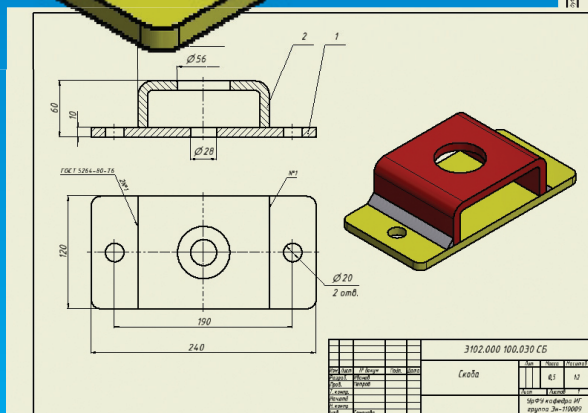


Практикум



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Н. Х. Понетаева, Т. В. Нестерова

AUTODESK INVENTOR. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Практикум

*Под общей редакцией кандидата технических наук,
доцента Н. Х. Понетаевой*

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза, обучающихся
по направлениям подготовки
13.03.02 — Электроэнергетика и электротехника,
13.03.03 — Энергетическое машиностроение

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2021

УДК 004.925.83
ББК 30в6я73+32.972я73
П56

Рецензенты:

В. З. Козин, д-р техн. наук, проф., декан горно-механического факультета Уральского государственного горного университета;

Н. Н. Мичурова, канд. пед. наук, доц., проф. кафедры пожарной безопасности в строительстве (Уральский институт ГПС МЧС России)

Понетаева, Наталия Христофоровна.

П26 Autodesk Inventor. Проектирование изделий машиностроения / Н.Х. Понетаева, Т.В. Нестерова ; под общ. ред. канд. техн. наук, доц. Н.Х. Понетаевой ; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 136 с.

ISBN 978-5-7996-3387-5

Практикум знакомит с основами трехмерного проектирования промышленных изделий в система автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor. Рассмотрено построение электронных геометрических моделей, выполнение электронных чертежей деталей и сборочных единиц. Представлены варианты индивидуальных заданий.

Практикум подготовлен на основе опыта преподавания дисциплины «Инженерная графика» на кафедре инженерной графики Уральского федерального университета (УрФУ) с учетом требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Библиогр.: 26 назв. Рис. 163. Прил. 5.

УДК 004.925.83
ББК 30в6я73+32.972я73

Учебное издание

Понетаева Наталия Христофоровна, **Нестерова** Тамара Владимировна

AUTODESK INVENTOR. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Практикум

Редактор К. А. Поташев
Верстка О. П. Игнатьевой

Подписано в печать 15.11.2021. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 15,8.
Уч.-изд. л. 5,1. Тираж 30 экз. Заказ 244.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ. 620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41. E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4. Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13. Факс: +7 (343) 358-93-06
<http://print.urfu.ru>

ISBN 978-5-7996-3387-5

© Уральский федеральный
университет, 2021

Оглавление

Введение	5
1. Общие сведения о системе Autodesk Inventor	6
1.1. Основные понятия	6
1.2. Пользовательский интерфейс	7
1.3. Настройки параметров приложения.....	12
1.4. Начало работы. Создание проекта.....	14
Вопросы для самоконтроля к разделу 1	16
2. Создание модели и чертежа детали.....	17
2.1. Модель детали.....	17
2.2. Чертеж детали	22
Вопросы для самоконтроля к разделу 2	31
3. Создание модели и рабочего чертежа механически обработанной детали	32
3.1. Модель механически обработанной детали	32
3.2. Рабочий чертеж механически обработанной детали.....	43
Вопросы для самоконтроля к разделу 3	51
4. Проектирование шпилечного соединения	52
4.1. Расчетно-пояснительная записка.....	52
4.2. Модель корпуса с резьбовым отверстием под шпильку	58
4.3. Чертеж корпуса с резьбовым отверстием под шпильку	60
4.4. Модель фланца	63
4.5. Чертеж фланца.....	63
4.6. Модель шпилечного соединения.....	65
4.7. Сборочный чертеж и спецификация шпилечного соединения.....	70
Вопросы для самоконтроля к разделу 4	74
5. Проектирование сварной конструкции	75
5.1. Модель сварной конструкции.....	75
5.2. Сборочный чертеж и спецификация сварной конструкции	84
Вопросы для самоконтроля к разделу 5	93
Библиографический список	94

Приложение 1. Создание модели и чертежа детали: индивидуальные задания	98
Приложение 2. Проектирование шпилечного соединения: индивидуальные задания.....	114
Приложение 3. Проектирование шпилечного соединения: справочные материалы	116
Приложение 4. Проектирование сварной конструкции: индивидуальные задания.....	118
Приложение 5. Проектирование сварной конструкции: справочные материалы	134

Введение

Подготовка бакалавра по направлениям «Электроэнергетика и электротехника» и «Энергетическое машиностроение» основана на изучении курса инженерной графики и приобретении навыков создания конструкторских документов в системах автоматизированного проектирования (САПР).

Авторами практикума предложен единый подход к проектированию промышленных изделий с использованием САПР Autodesk Inventor. Разделы расположены в последовательности, обеспечивающей пошаговое изучение материала. Рассмотрена методика создания геометрических моделей и электронных чертежей всех видов изделий: деталей, разъемных и неразъемных соединений.

Практические навыки, полученные при выполнении индивидуальных заданий, придадут студентам уверенность в применении профессиональных приемов работы в САПР Autodesk Inventor в их собственных проектах.

1. Общие сведения о системе Autodesk Inventor

1.1. Основные понятия

Проекты — позволяют организовать файлы и поддерживать связи между ними в Autodesk Inventor. В каждый момент времени активным может быть только один проект.

С помощью Autodesk Inventor можно создавать трехмерные модели деталей, сборок, выполнять рабочие и сборочные чертежи. Для эффективного и гибкого проектирования каждая деталь, сборка и чертеж хранятся в отдельном файле.

Типы файлов. В Autodesk Inventor существуют следующие файлы:

- 1) проекта (.jpi) — текстовые файлы, которые содержат пути, определяющие местоположение всех файлов проекта;
- 2) деталей (.ipt) — содержат только одну деталь и могут быть двумерными или трехмерными;
- 3) сборок (.iam) — могут состоять из одной детали, нескольких деталей или входящих сборок. В файлах таких типов создаются также сварные конструкции;
- 4) презентации (.ipn) — показывают детали сборки в разобранном состоянии. Файлы презентации подключаются к сборке, как и файлы деталей. Файл может быть анимационным;
- 5) деталей из тонкостенного материала (.ipt) — для них загружена среда моделирования листового материала;
- 6) чертежей (.idw и .dwg) — взаимосвязаны, могут содержать двумерные проекции деталей, сборок или файлов презентаций.

Шаблоны — служат основой для создания всех новых файлов. При создании файла шаблона в новом файле можно контролировать настройки по умолчанию: единицы измерения, шаг привязки и допуски. Шаблоны разбиты на две большие группы: британские с английскими единицами измерения (дюймы и футы) и метрические с метрическими единицами (миллиметры и метры).

Диалоговое окно Создать новый файл (рис. 1.1) содержит шаблоны: Британский и Метрический. Шаблон Mold Design содержит шаблоны проекта пресс-форм, основанные на единицах измерения, выбранных при установке, тогда как Британские и Метрические содержат шаблоны в соответствующих единицах.

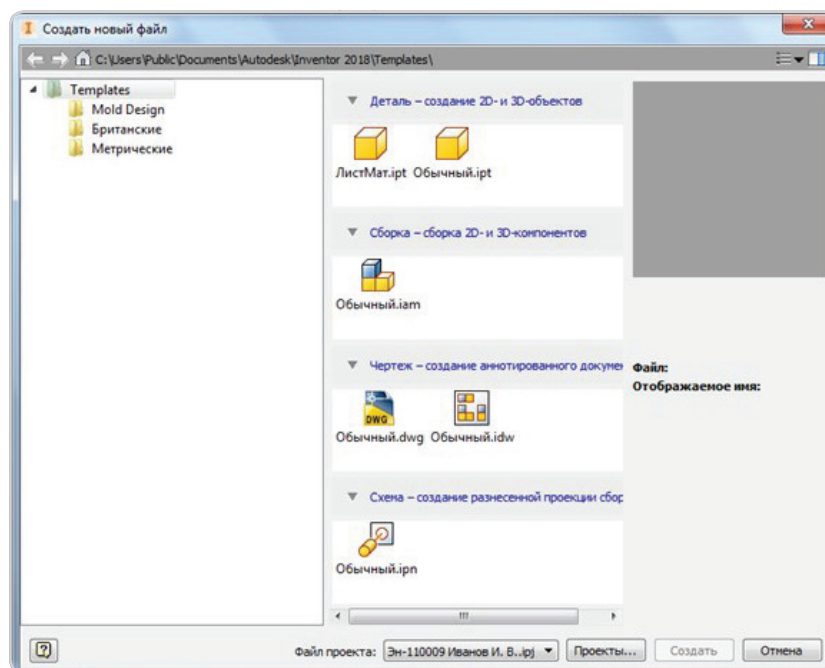


Рис. 1.1

1.2. Пользовательский интерфейс

Структура интерфейса Autodesk Inventor является контекстно-зависимой от рабочей среды и используемого режима.

Каждая среда моделирования в верхней части окна имеет вкладки и соответствующую ленту, на которой располагаются панели инструментов. На рис. 1.2 показаны основные компоненты пользовательского интерфейса: 1 — Лента; 2 — Браузер; 3 — Видовой куб; 4 — Панель навигации; 5 — Указатель системы координат; 6 — Строка состояния; 7 — Графическая область.

Лента состоит из панелей инструментов, размещенных на вкладках. Вкладки имеют название, соответствующее их назначению. На некоторых панелях ленты имеются стрелки раскрывающихся меню. Наличие стрелки раскрывающегося меню показывает, что имеются дополнительные команды, относящиеся к панели. Доступ к этим командам можно получить, нажав на стрелку.

Для многих команд ленты имеются расширенные подсказки. Изначально отображаются имя и краткое описание команды. Если курсор мыши удерживать над командой, то подсказка расширяется и отображается дополнительная информация.

На рис. 1.3 показана вкладка 3D-модель в среде моделирования деталей.

На рис. 1.4 показана вкладка Размещение видов в среде чертежей.

На рис. 1.5 показана вкладка Сборка в среде моделирования сборки.

1. Общие сведения о системе Autodesk Inventor

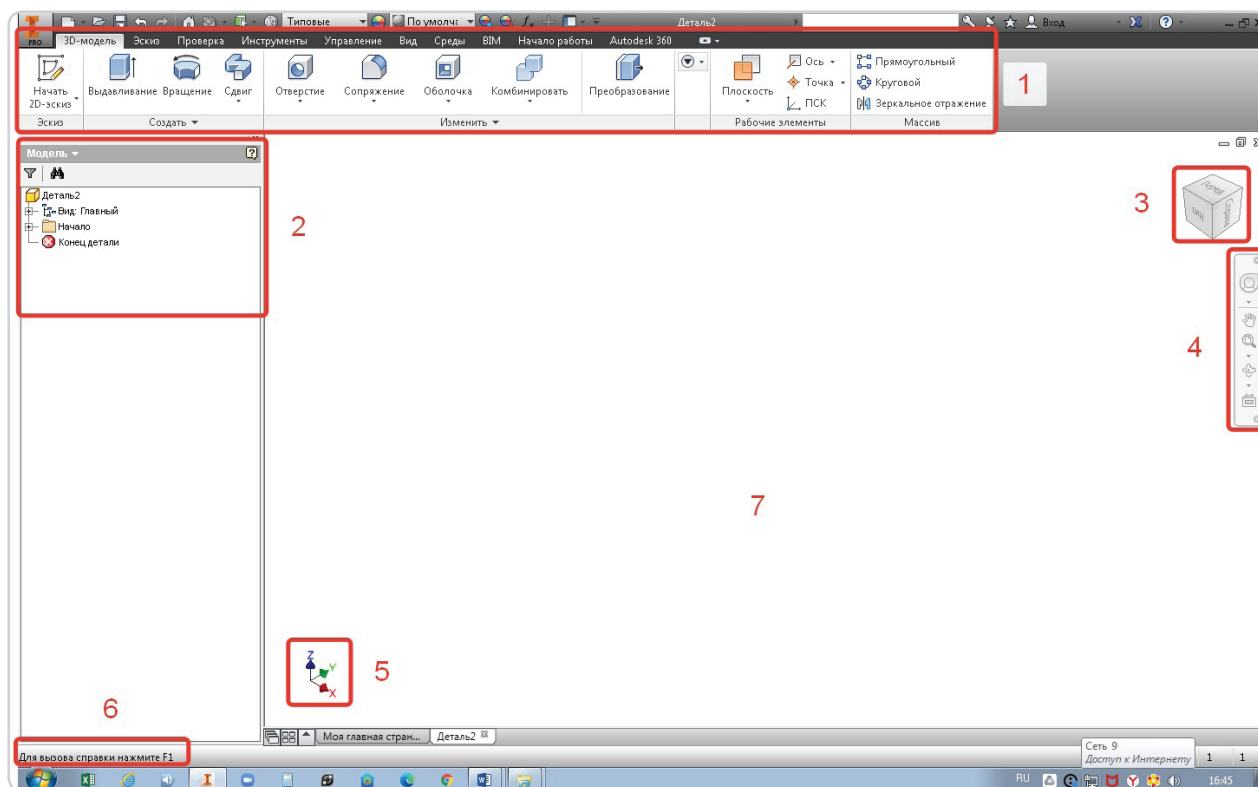


Рис. 1.2

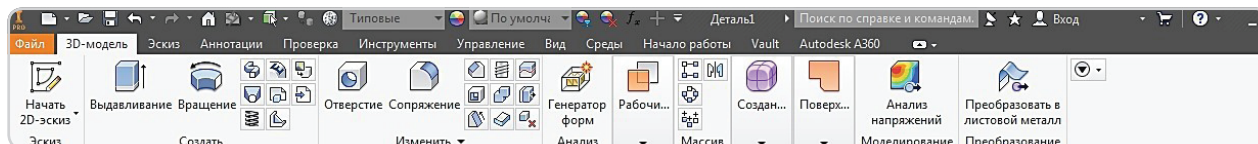


Рис. 1.3

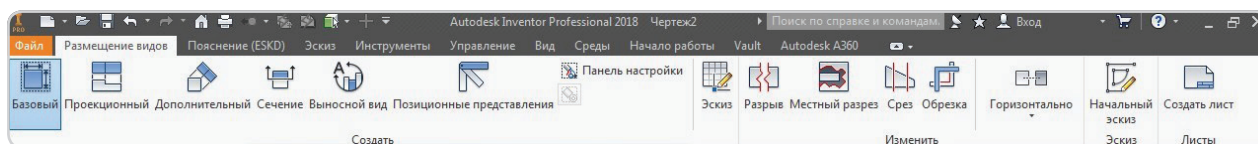


Рис. 1.4

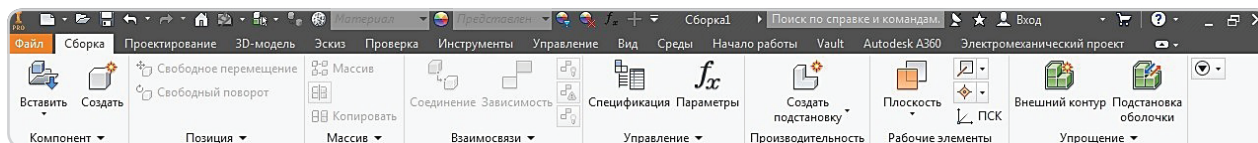


Рис. 1.5

Отображение модели. Управление отображением модели выполняется с помощью Видового куба и Панели навигации, которые по умолчанию располагаются в правом верхнем углу графической области (см. рис. 1.2). Для приближения и удаления изображения применяется колесо мыши.

Видовой куб (рис. 1.6) служит для переключения между стандартными и изометрическими видами модели.



Рис. 1.6

Основная функция Панели навигации (рис. 1.7): Панорамировать — перемещать вид в любом направлении и плоскости. Функцию Панорамировать можно также вызвать нажатием на колесо мыши.



Рис. 1.7

Функция Показать все размещает на экране все видимые объекты.

Свободная орбита позволяет вращать объект вокруг оси экрана или центра с помощью курсора.

Вид грани — проецирование параллельной плоскости параллельно экрану или выбранной линии параллельно горизонту.

Функция Суперштурвал — повторение выше перечисленных функций, которые находятся на одной панели с некоторыми дополнениями.

Для того чтобы скрыть или отобразить Панель навигации, нужно перейти на вкладку Вид, на панели Окна выбрать Пользовательский интерфейс и снять или поставить соответствующие «галочки». Состав панели можно настроить, нажав на кнопку Адаптация в правом нижнем углу панели.

Браузер — последовательно отображает все операции, проводимые при проектировании изделия. В браузере представлена иерархическая структура создания деталей, сборочных единиц, видов чертежа и т. п. Браузер всегда демонстрирует информацию для активного файла.

Браузер Модель (рис. 1.8) содержит папку Начало с координатными плоскостями, осями координат; эскизы, операции и указатель окончания построения модели.

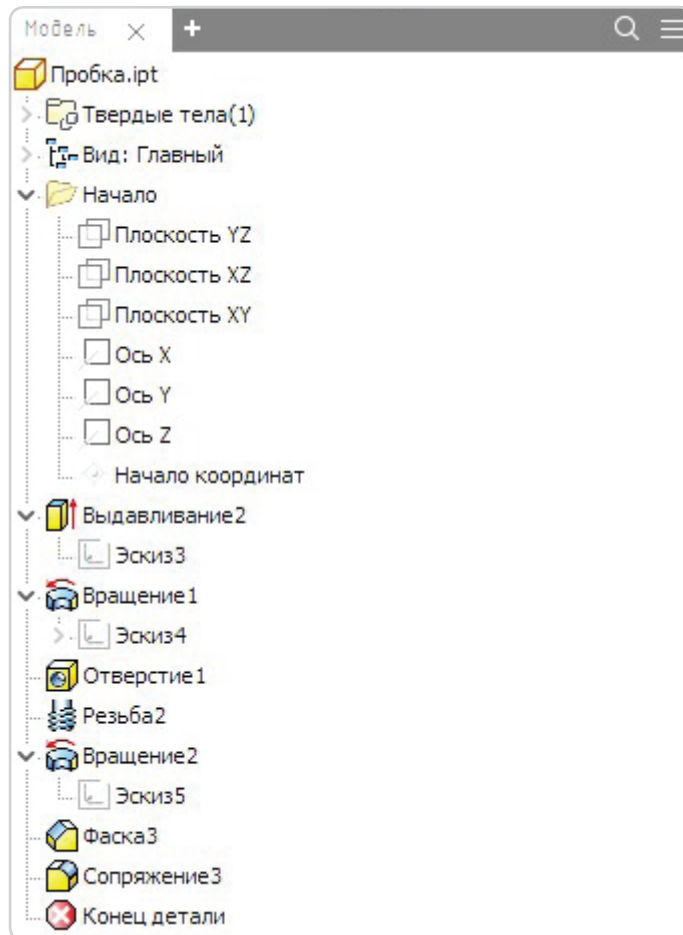


Рис. 1.8

Каждый элемент автоматически возникает в браузере сразу после создания. Название элемента присваивается автоматически в зависимости от способа, которыми они получены, например, Выдавливание, Вращение, Сопряжение.

Деталь может включать однотипные элементы. Чтобы различить однотипные элементы к названию добавляется порядковый номер элемента того или иного типа, например, Фаска 1, Фаска 2.

Эскиз, созданный перед операцией, размещается на ветви браузера, соответствующей этой операции. Слева от названия операции в браузере стоит знак >. После щелчка мыши по знаку в браузере разворачивается список участвующих в операции эскизов. Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются на верхнем уровне браузера.

Любой элемент в браузере можно переименовать. Для этого необходимо дважды с паузой щелкнуть правой кнопкой мыши по его названию или выбрать из кон-

текстного меню команду Свойства. Новое название элемента будет сохранено в браузере.

Слева от названия каждого объекта в браузере отображается значок, соответствующий способу, которым этот элемент получен. Значок в отличие от названия объекта изменить невозможно. Благодаря этому при любом переименовании элементов в браузере остается наглядная информация о способе и порядке их создания.

Браузер и графическая область динамически связаны. Можно выбирать элементы, эскизы, чертежные виды и вспомогательную геометрию либо в браузере, либо в графической области.

В браузере Сборка (рис. 1.9) отображаются детали.

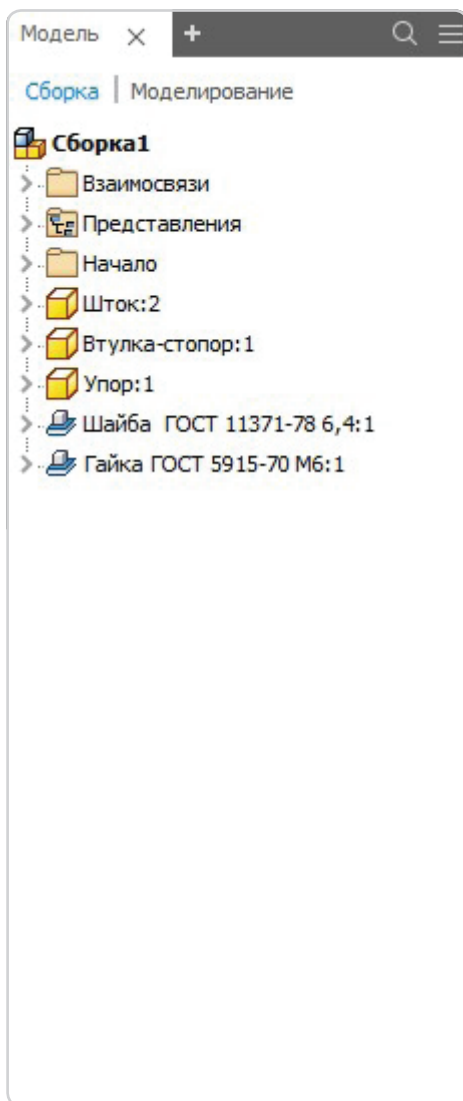


Рис. 1.9

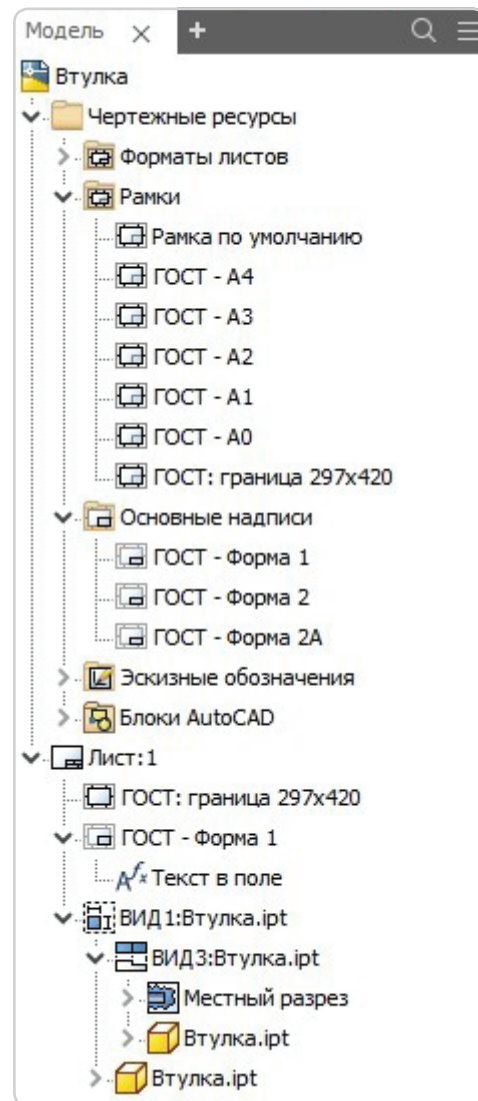


Рис. 1.10

В режиме Чертеж (рис. 1.10) в браузере отображаются листы, виды и другие данные.

Контекстные меню. Можно быстро выполнить команду не только с помощью команд ленты, но и через отслеживающее контекстное меню.

Контекстное меню вызывается правой кнопкой мыши. Состав меню различен в зависимости от режима. В контекстном меню собраны наиболее типичные для текущего момента работы команды. На рис. 1.11 приведено контекстное меню, которое появляется при создании детали в среде Сборка.

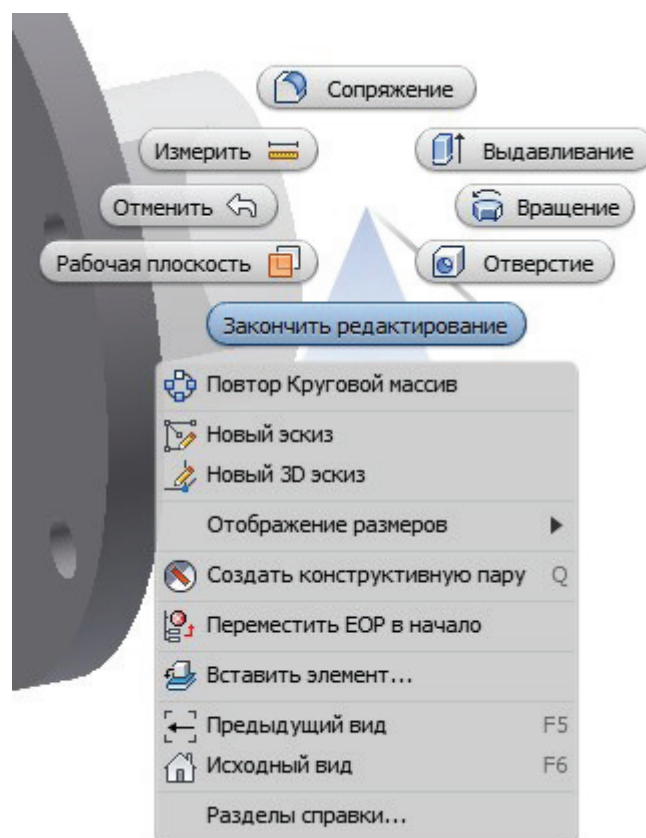


Рис. 1.11

1.3. Настройки параметров приложения

Большое количество настроек позволяет адаптировать Autodesk Inventor к требованиям пользователя. Для этого нужно изменить Параметры приложения.

На вкладке Инструменты откройте Параметры приложения (рис. 1.12).

В диалоговом окне Параметры приложения на вкладке Общие помимо управления подсказками можно также указывать действия при запуске: открывать определенные файлы или создавать файл, также есть возможность указать имя пользователя.

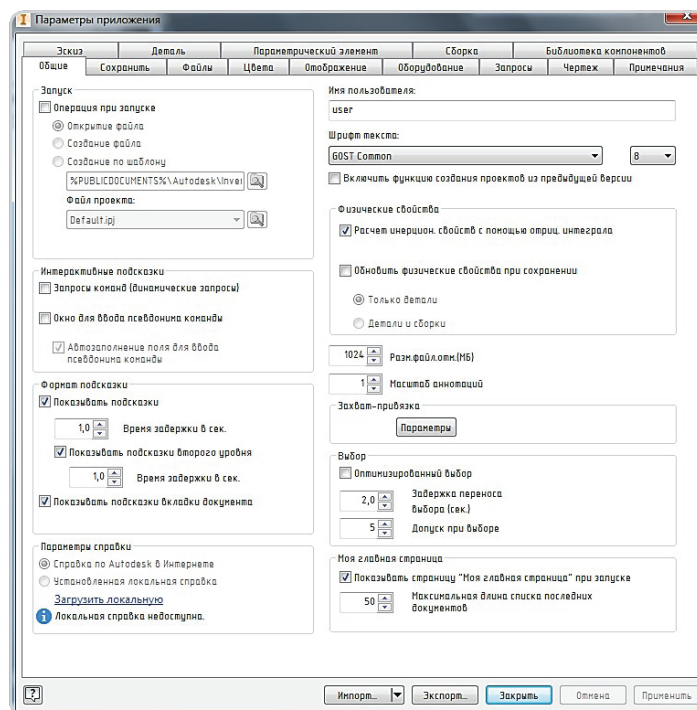


Рис. 1.12

На вкладке Цвета (рис. 1.13) можно указать внешний вид программы, выбрать фоновый цвет или рисунок, задать тему приложения и цвет значков. Чтобы сохранить настройки, нажмите кнопку Применить.

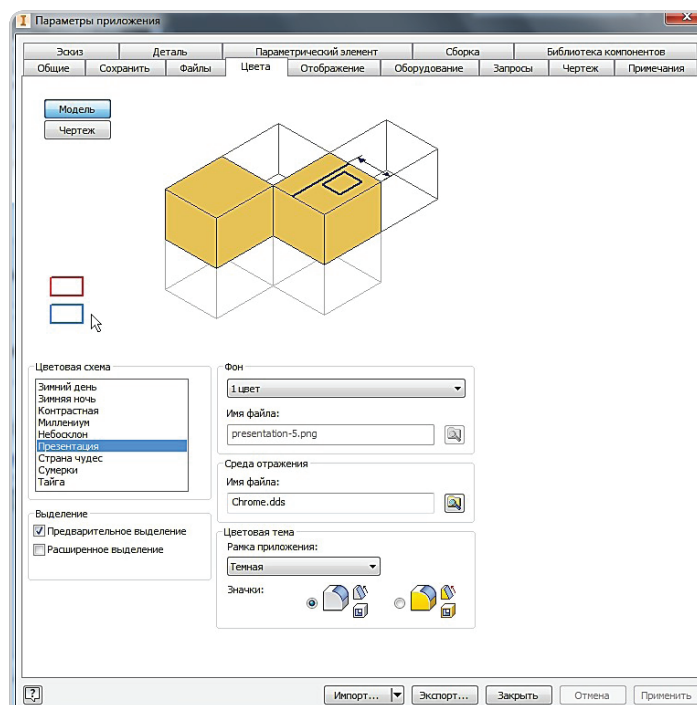


Рис. 1.13

На вкладке Деталь по умолчанию установлено Автоматическое создание эскиза — В плоскости XY. Можно указать другие плоскости создания эскиза или не создавать эскиз. Выберите Не создавать эскиз, чтобы вручную указывать плоскость эскиза (рис. 1.14).

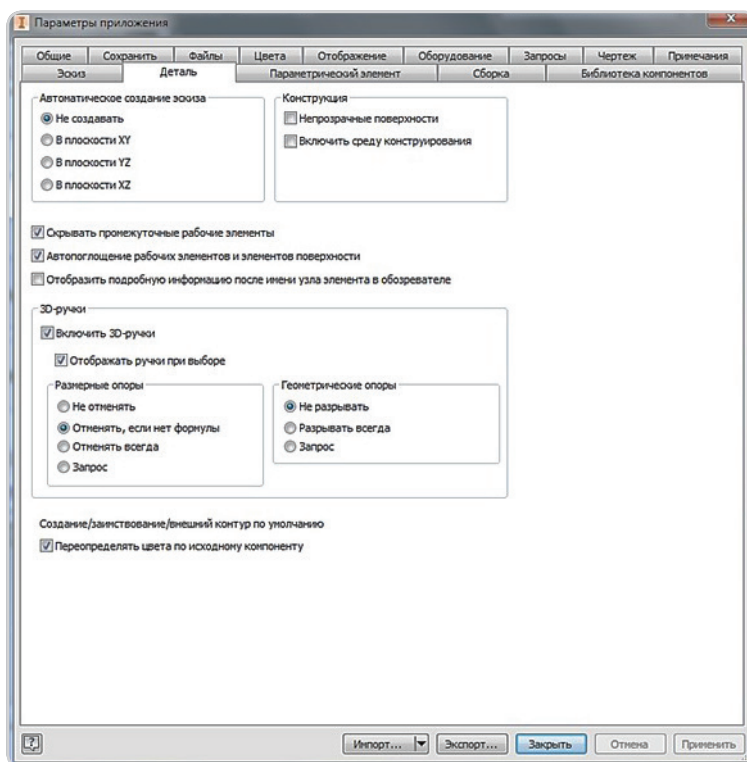


Рис. 1.14

1.4. Начало работы. Создание проекта

После запуска программы по умолчанию открывается вкладка ленты Начало работы (рис. 1.15). Вкладка Начало работы имеет панель Запуск с командами Создать, Открыть, Проекты.

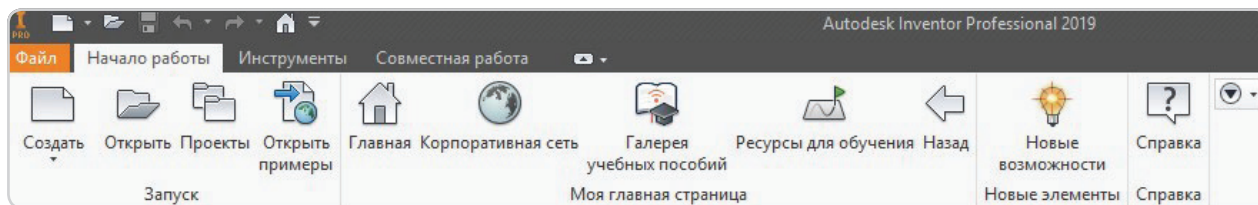


Рис. 1.15

Файлы проектов в Autodesk Inventor используются для организации файлов разрабатываемых изделий. Использование проектов позволяет запоминать информацию о размещении данных проекта и редактируемых файлов, поддерживать связи между ними.

Прежде чем создавать какой-либо файл, необходимо иметь активный проект. В каждый момент времени работы активным может быть только один проект.

Создание нового проекта осуществляется командой Проект (рис. 1.16)

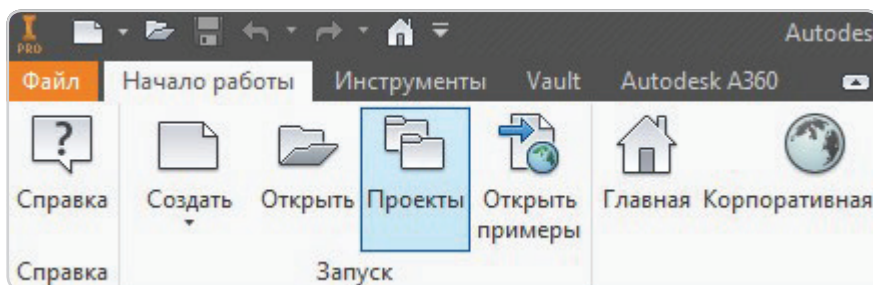


Рис. 1.16

Открывается список доступных проектов (рис. 1.17). Можно создать новый проект, а также можно работать с уже существующими проектами.

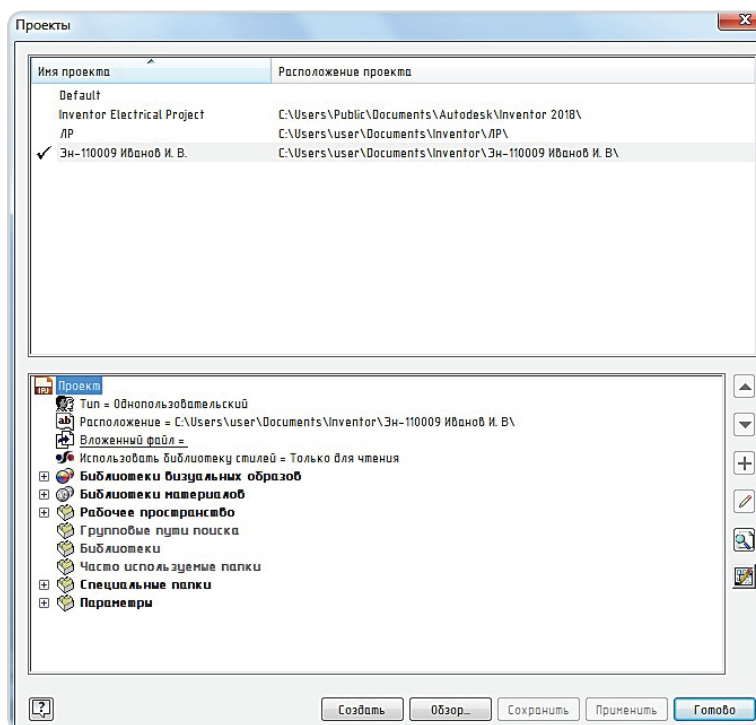


Рис. 1.17

Если необходимо создать новый проект, то в диалоговом окне Проекты нажимаете Создать.

В диалоговом окне Мастер создания проектов Inventor выберите Новый однопользовательский проект и нажмите Далее (рис. 1.18).

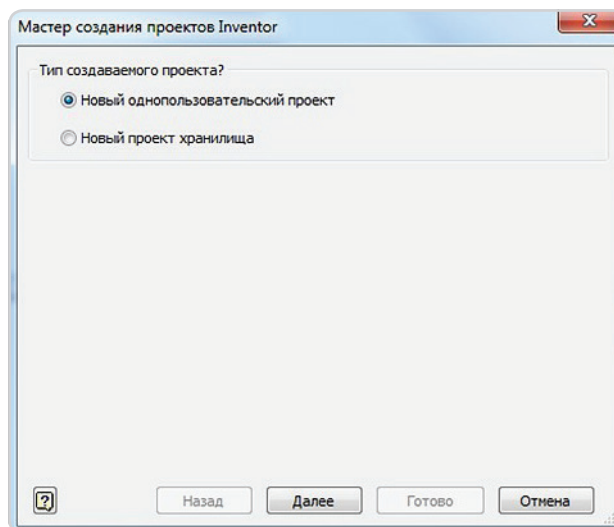


Рис. 1.18

Укажите имя проекта, например Эн-110009 Иванов И.В. Путь к папке для хранения файлов и библиотеки оставьте без изменения. Нажмите Готово. На вопрос Указанный путь для проекта не существует. Создать? ответьте Да. Таким образом, создается новый проект.

Если файл проекта был создан ранее, то начинать работу в системе необходимо с активизации созданного проекта, например Эн-110009 Иванов И.В., двойным щелчком по строке (рис. 1.19).

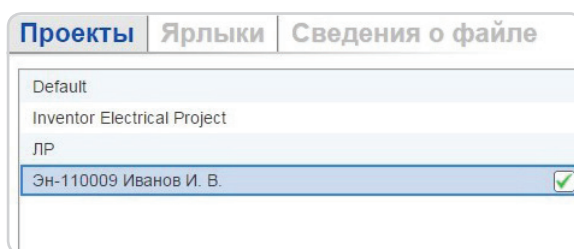


Рис. 1.19

Вопросы для самоконтроля к разделу 1

1. Для чего используются файлы проекта?
2. Перечислите типы файлов Autodesk Inventor.
3. Перечислите рабочие среды, поддерживаемые программным обеспечением Autodesk Inventor.
4. Можно ли работать одновременно с несколькими активными проектами?
5. Верно ли утверждение, что информацию о детали и соответствующих видах чертежа Autodesk Inventor сохраняет в одном файле?

2. Создание модели и чертежа детали

Задание. По аксонометрическому изображению создать модель детали и разработать ее чертеж.
Индивидуальные задания приведены в прил. 1.

Модель детали должна соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы модели детали.

2.1. Модель детали

Рассмотрим алгоритм построения модели детали с поверхностями вращения с использованием стандартного шаблона (.ipt).

После запуска программы во вкладке ленты Начало работы (рис. 2.1) панели Запуск выберите команду Создать.

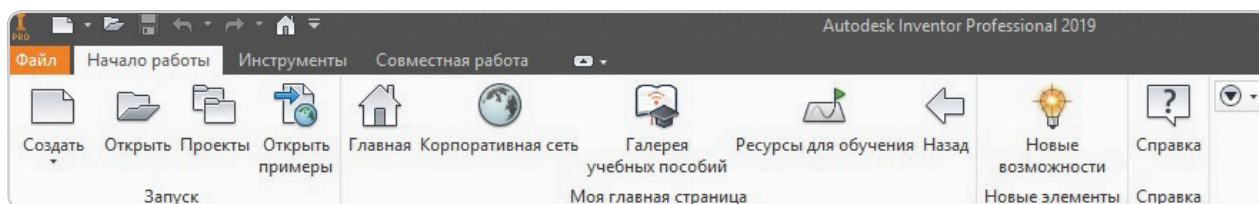


Рис. 2.1

Выберите шаблон Деталь (рис. 2.2).

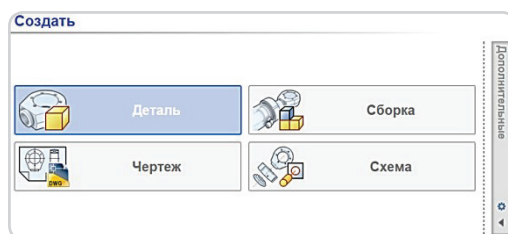


Рис. 2.2

На ленте открывается вкладка 3D-модель (рис. 2.3).

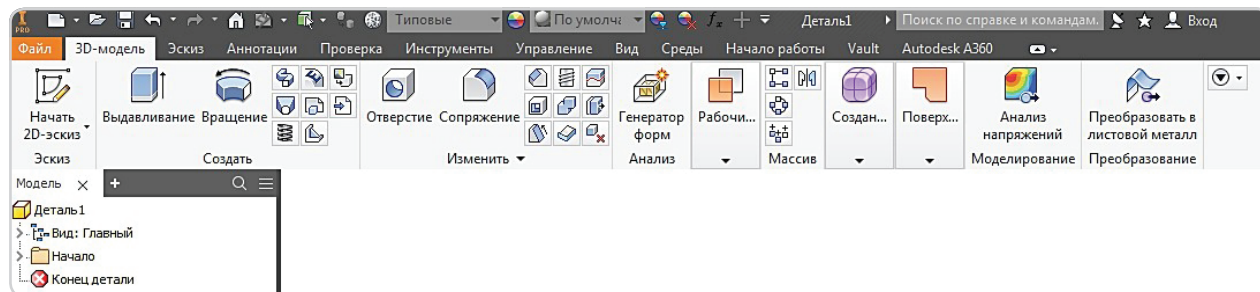


Рис. 2.3

Используйте команду Начать 2D-эскиз для выбора плоскости, на которой строится эскиз первого элемента детали. Выделите координатную плоскость, например Плоскость XZ (рис. 2.4).

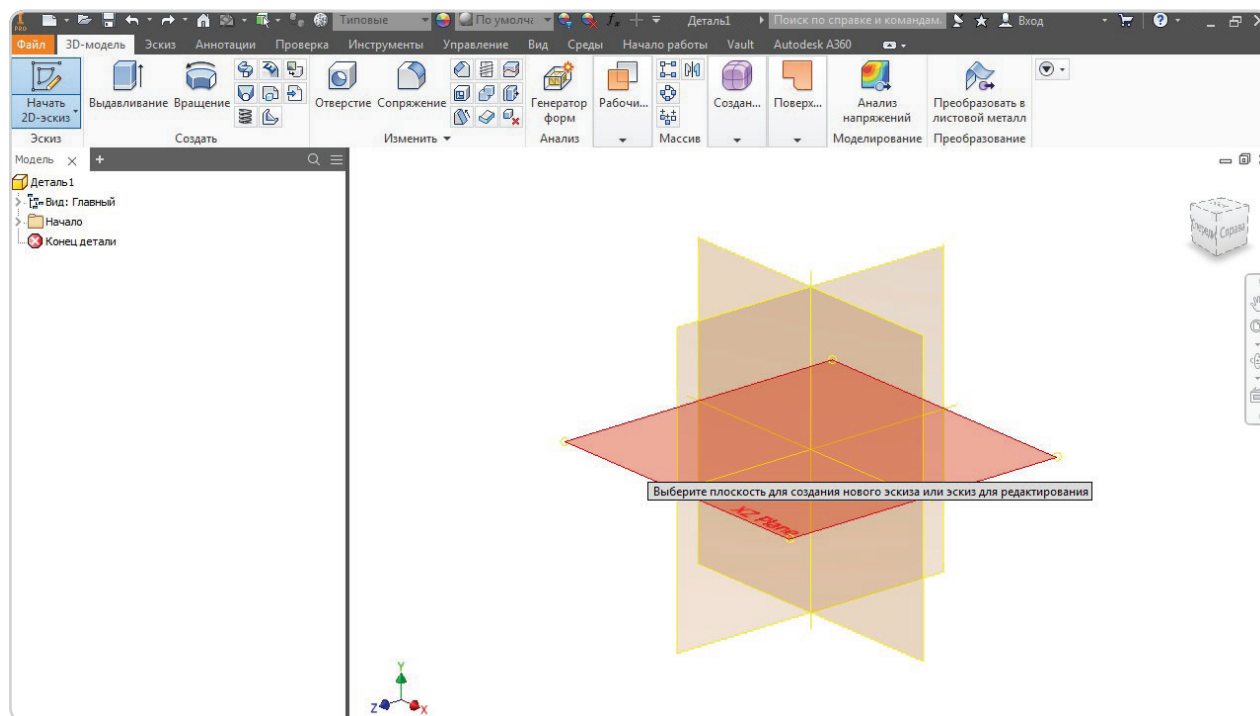


Рис. 2.4

Создайте эскиз, используя команды Отрезок (осевая линия) и Прямоугольник, нанесите размерные зависимости (рис. 2.5). Завершите режим Эскиз командой Принять эскиз.

Создайте конструктивный элемент командой Вращение на ленте 3D-модель (рис. 2.6).

Внутреннее отверстие детали выполните командой Отверстие. В диалоговом окне задайте параметры отверстия; Размещение — Концентрично (рис. 2.7).

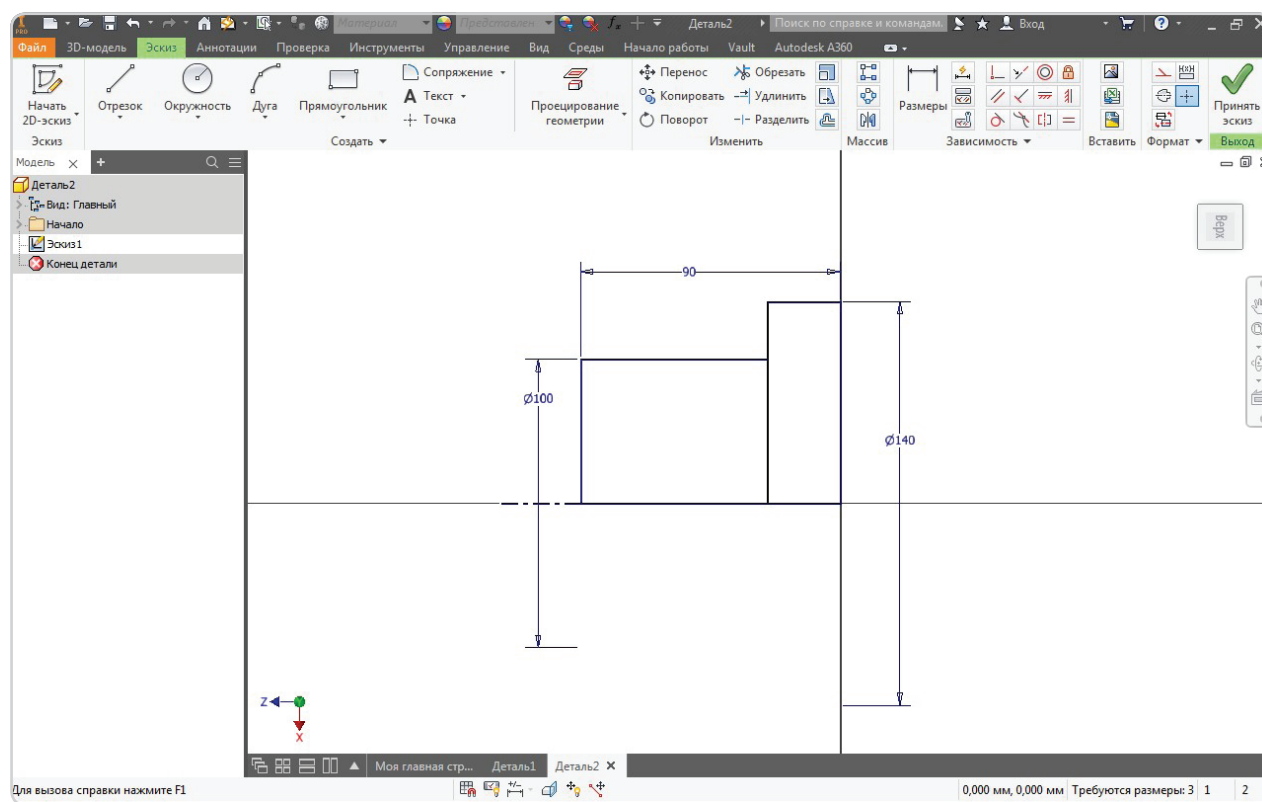


Рис. 2.5

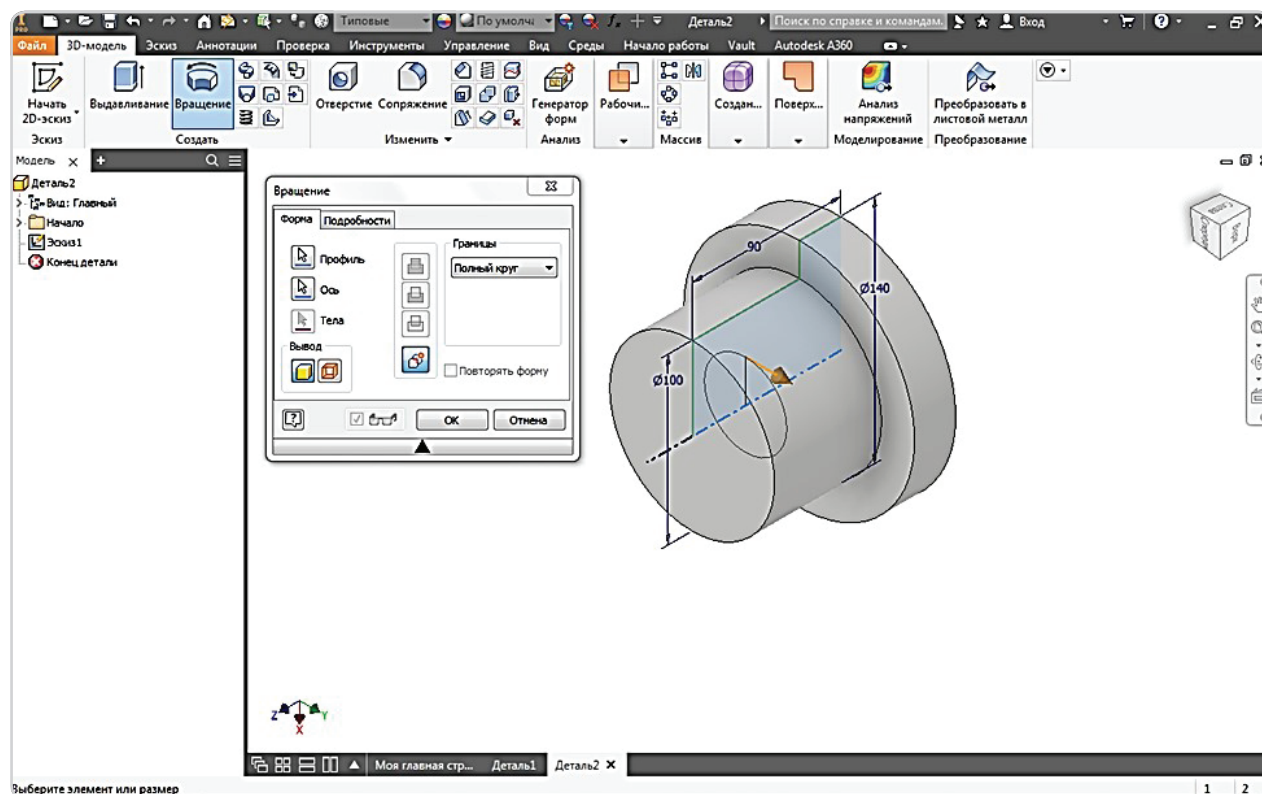


Рис. 2.6

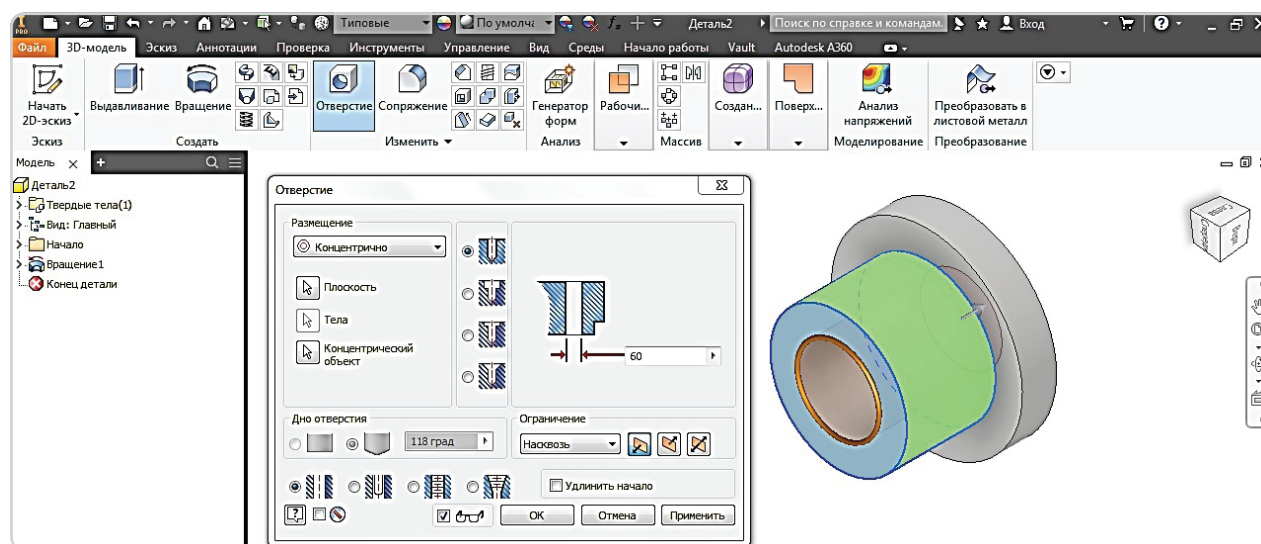


Рис. 2.7

Во фланце детали имеется массив отверстий. Необходимо задать положение центра для одного отверстия. Для этого создайте эскиз на торцевой плоскости детали. Далее выберите команду Точка, укажите положение на оси и задайте необходимый размер (рис. 2.8).

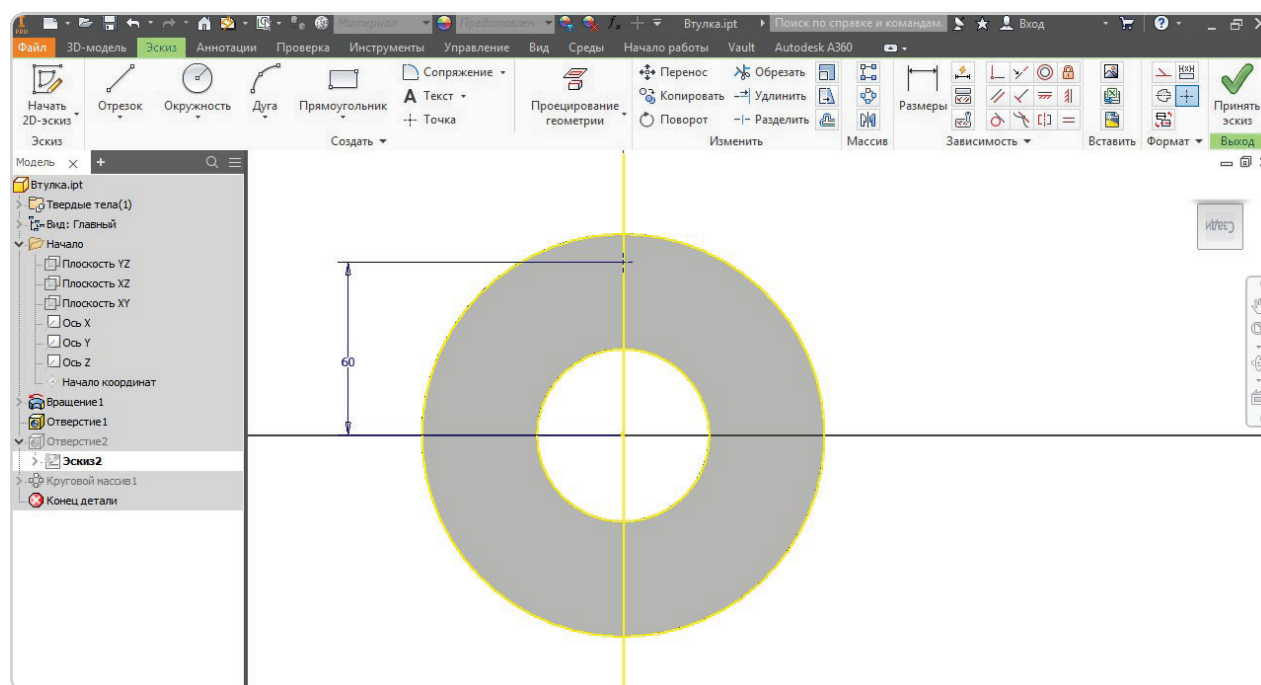


Рис. 2.8

Задайте параметры отверстия в диалоговом окне, которое появится по команде Отверстие на вкладке 3D-модель (рис. 2.9).

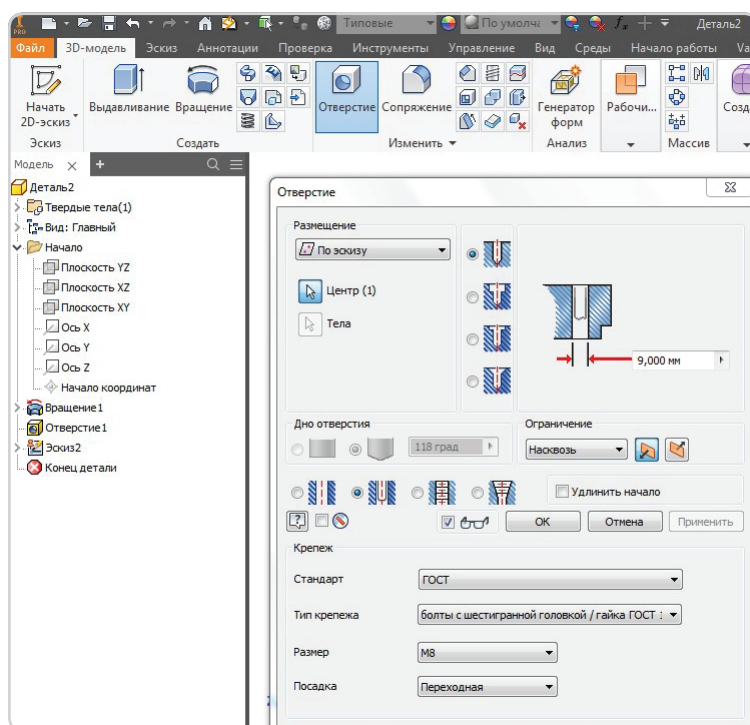


Рис. 2.9

На вкладке Массив выберите команду Круговой массив, поскольку во фланце детали имеется 4 одинаковых равномерно расположенных отверстия (рис. 2.10).

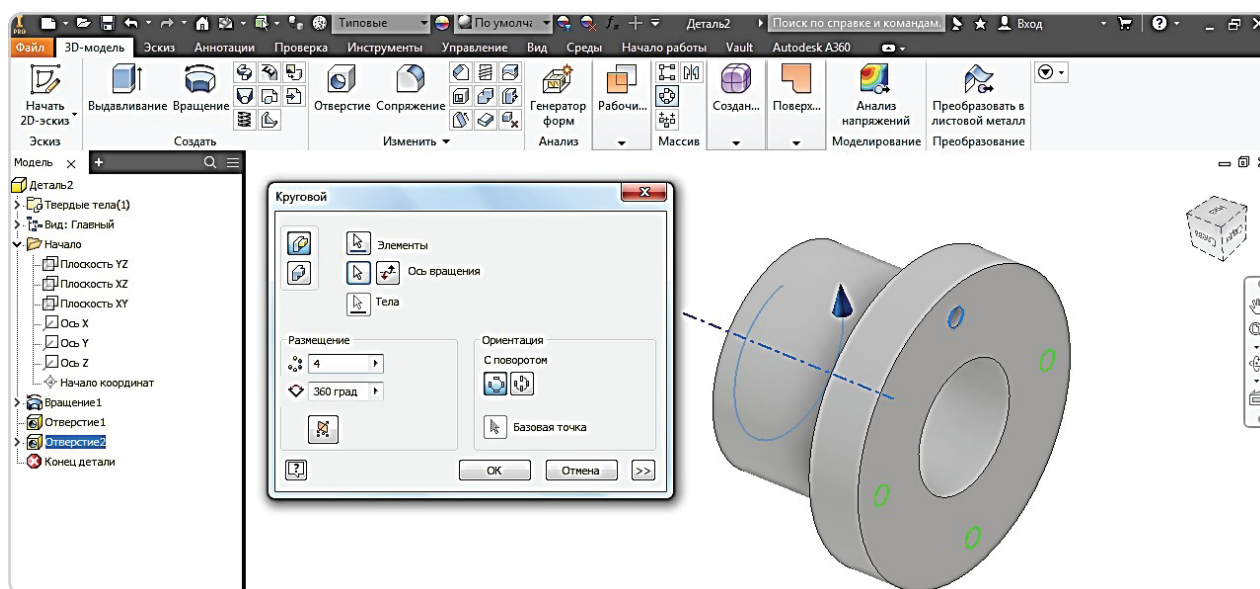


Рис. 2.10

Сохраните файл детали Втулка (рис. 2.11).

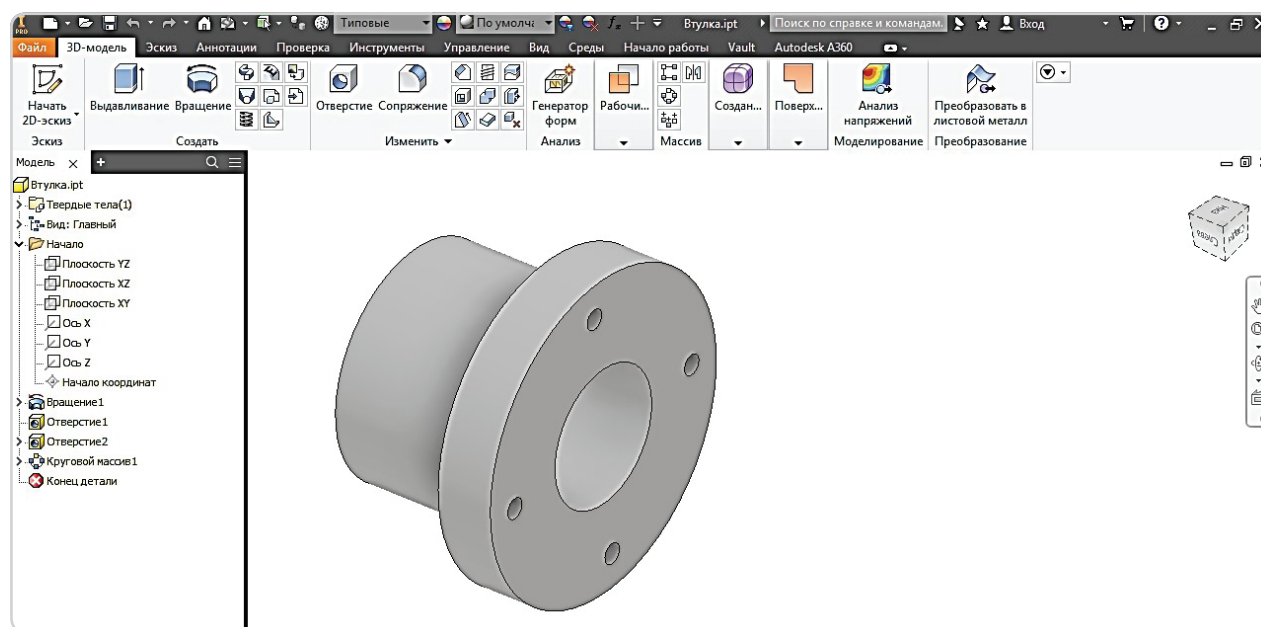


Рис. 2.11

2.2. Чертеж детали

Рассмотрим алгоритм построения чертежа детали по модели с использованием стандартного шаблона (.dwg).

Прежде чем выполнять чертеж детали, обдумайте выбор главного изображения, количество и масштаб изображений, формат чертежа.

На чертеже деталь расположите так, чтобы ось поверхностей вращения была параллельна горизонтали. Поверните модель и установите главное изображение — вид спереди. Затем подведите курсор к Видовому кубу, в контекстном меню (правая клавиша мыши) выберите Установить текущий вид — Спереди (рис. 2.12).

Перейдите в пространство чертежа (Создать — Чертеж) с помощью вкладки *Файл* (рис. 2.13) или панели быстрого доступа (рис. 2.14).

По умолчанию открывается лист формата A3 с основной надписью по форме 1 согласно ГОСТ 2.104–2006 (рис. 2.15).

Для создания изображений выберите во вкладке Размещение видов команду Базовый (рис. 2.16).

Выберите первый вид на чертеже — вид Спереди, в диалоговом окне выберите следующие параметры: С стиль — С удалением невидимых линий, Масштаб — 1 : 1 (рис. 2.17).

Для передачи формы детали достаточно двух изображений. Создайте вид слева, используя на вкладке Размещение видов команду Проекционный (панель Создать) (рис. 2.18).

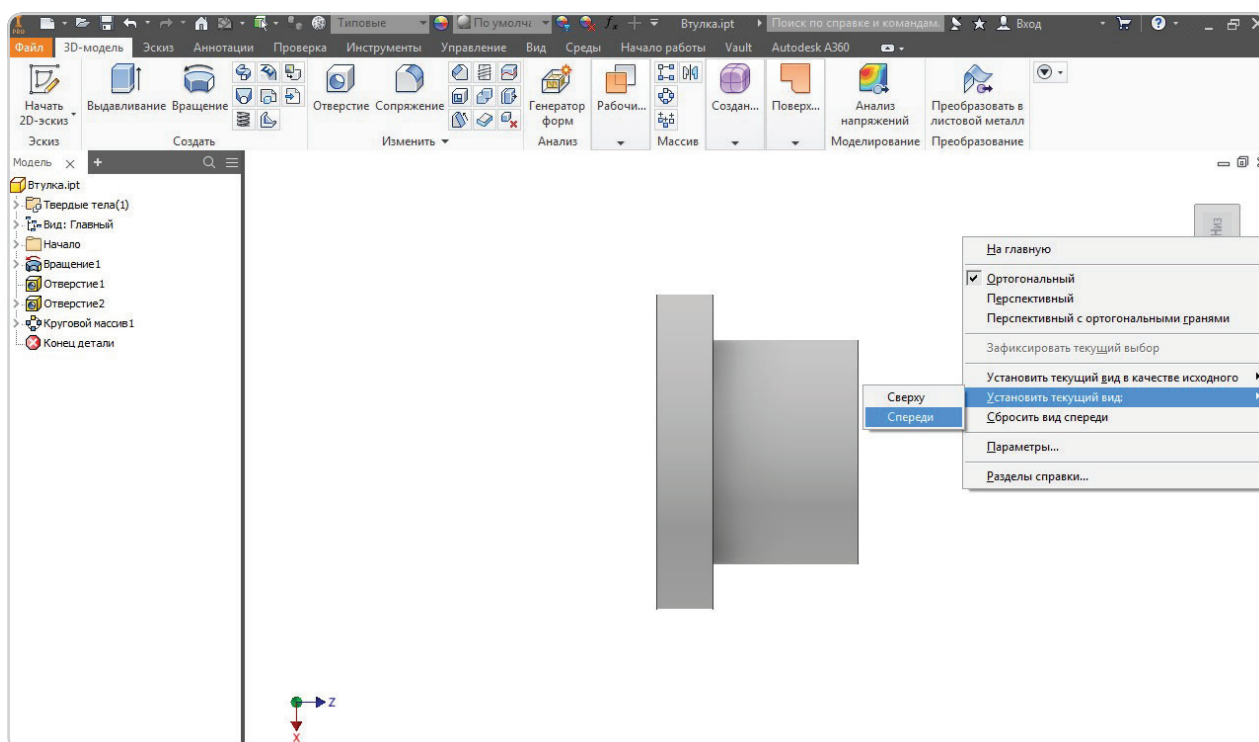


Рис. 2.12

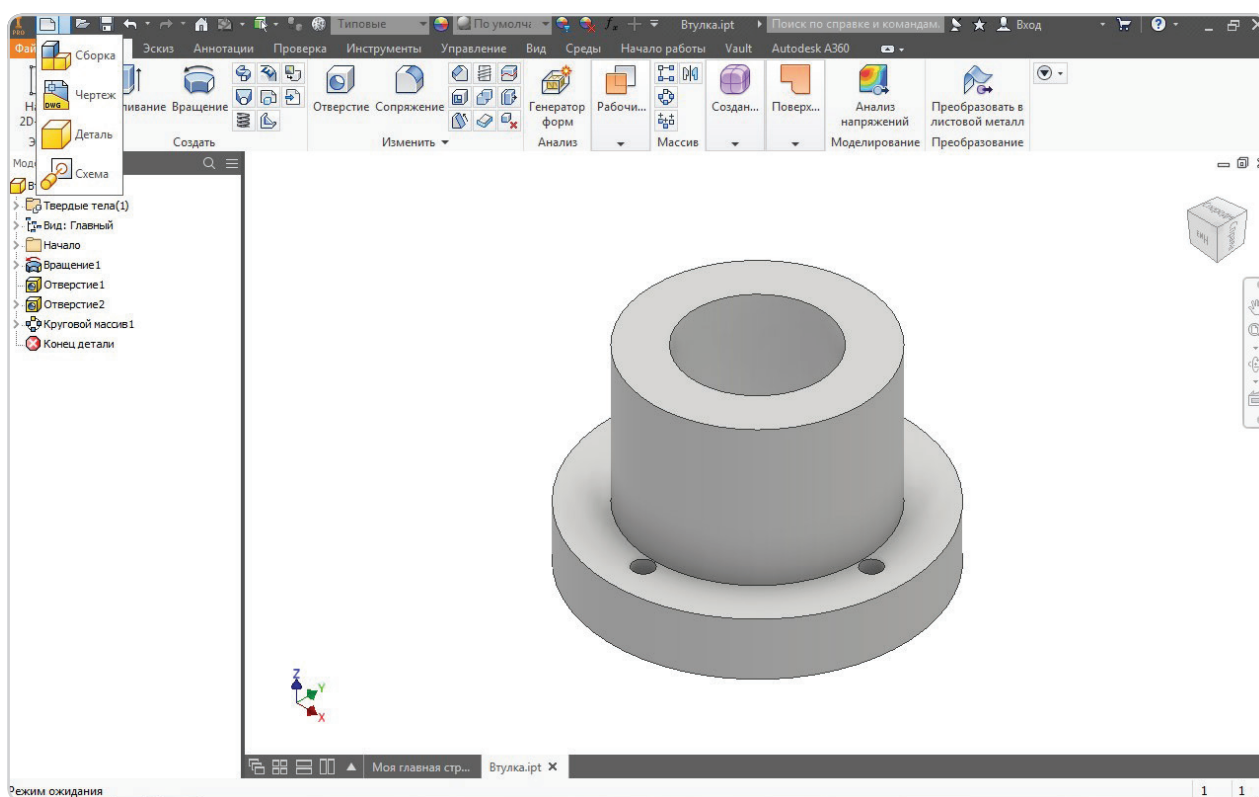


Рис. 2.13

2. Создание модели и чертежа детали

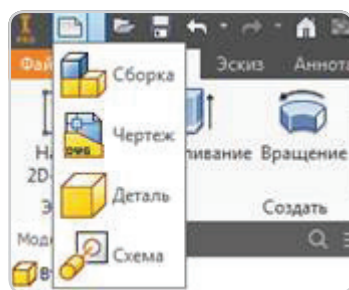


Рис. 2.14

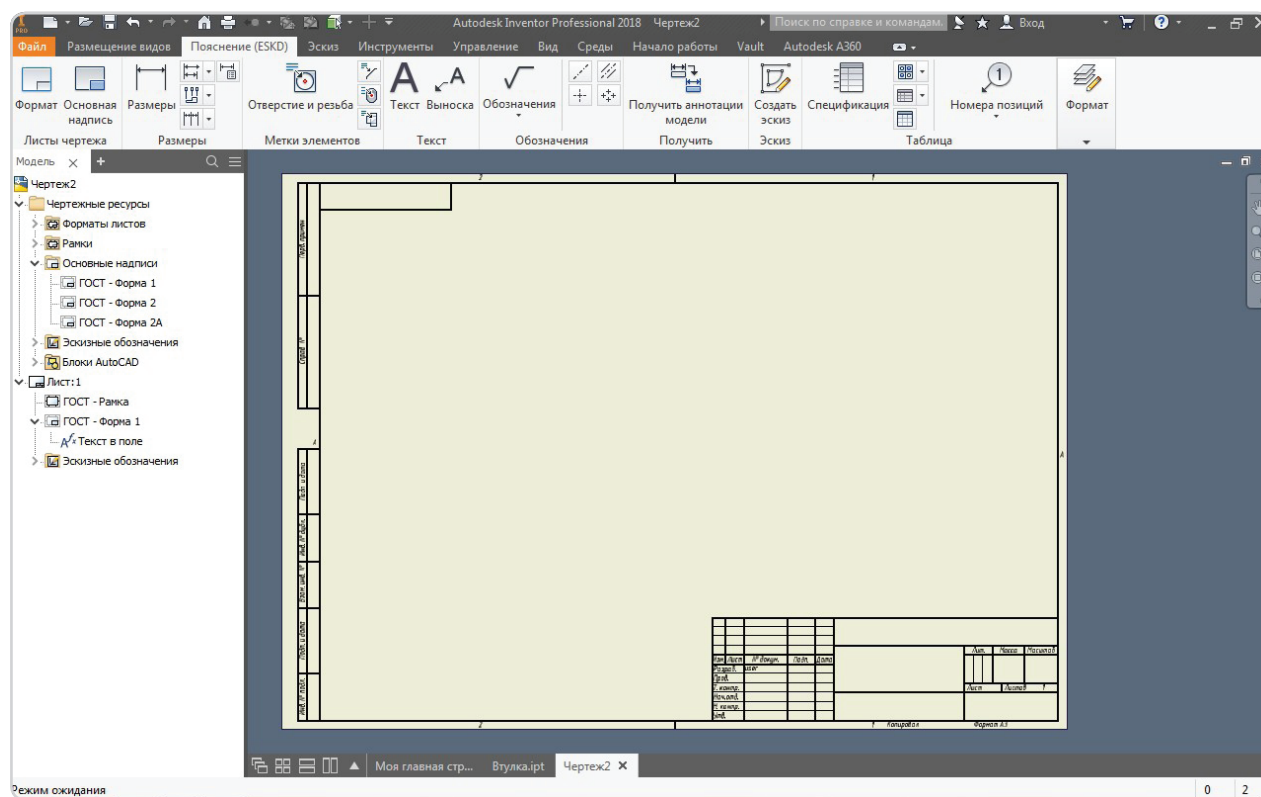


Рис. 2.15

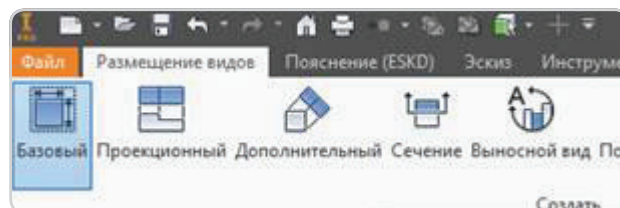


Рис. 2.16

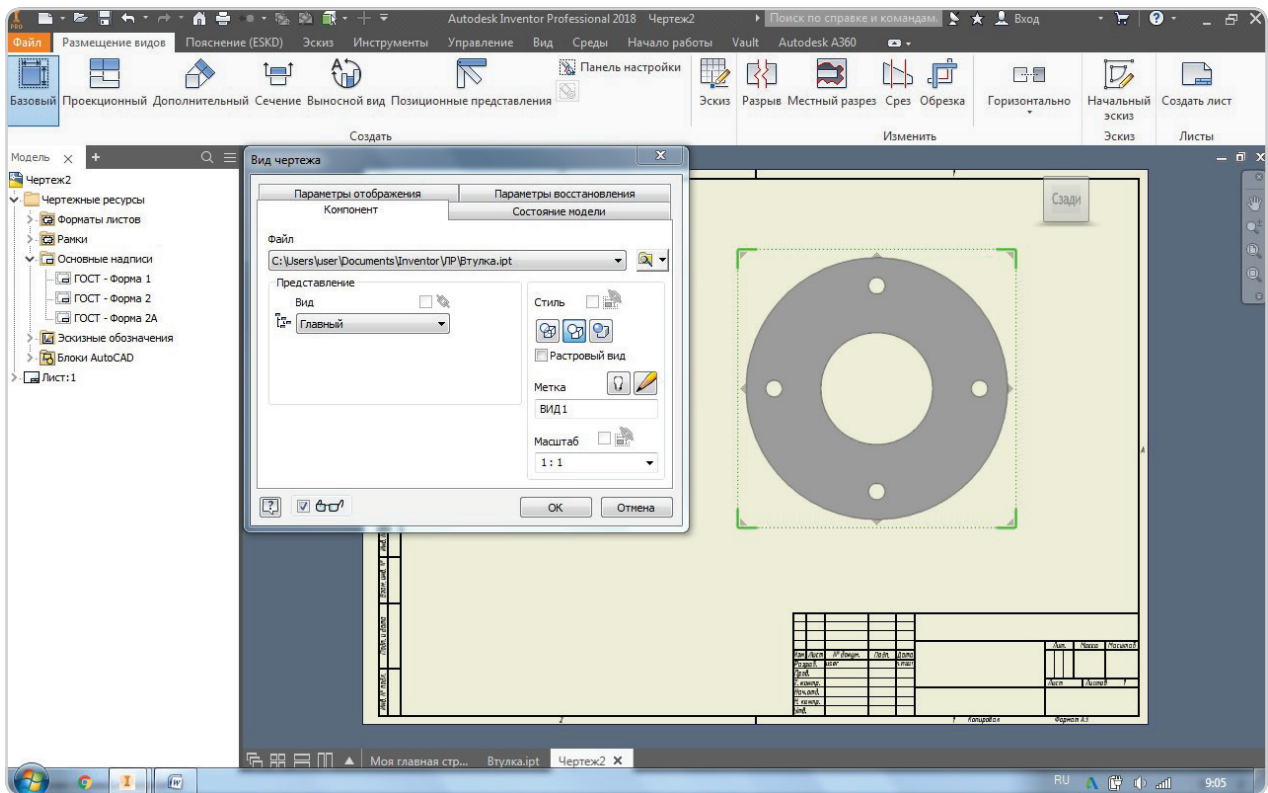


Рис. 2.17

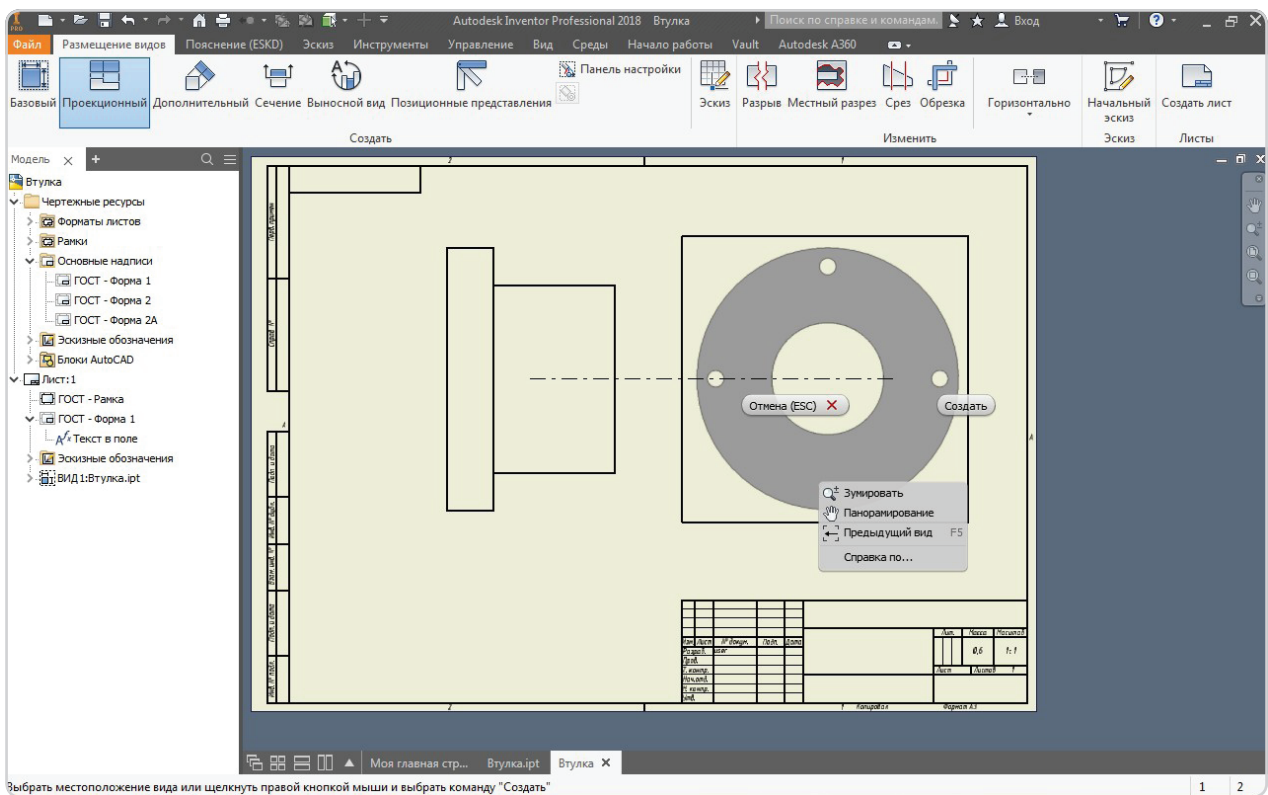


Рис. 2.18

Проведите осевые и центровые линии у поверхностей вращения. Удобно использовать в контекстном меню команду Автоматические осевые линии (рис. 2.19).

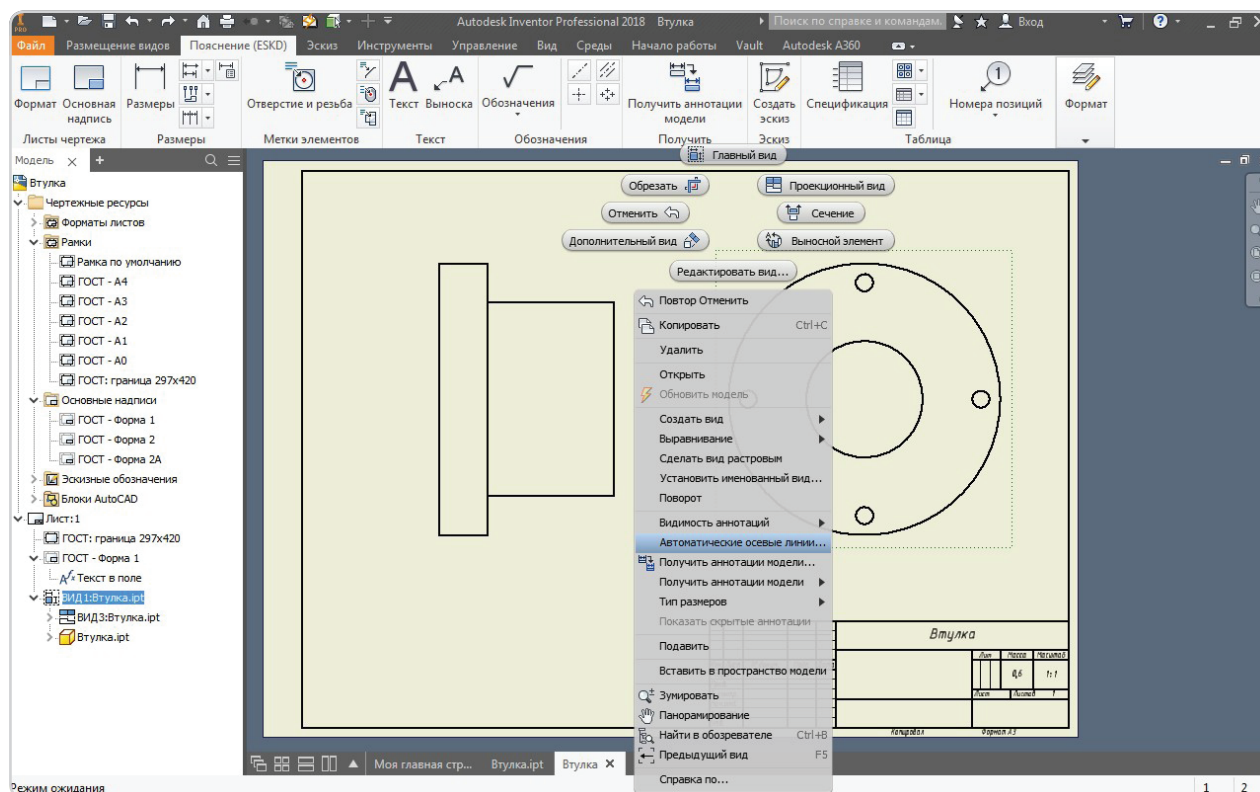


Рис. 2.19

В диалоговом окне Автоматические осевые линии активны кнопки Круговой массив и Проекция перпендикулярно оси (рис. 2.20).

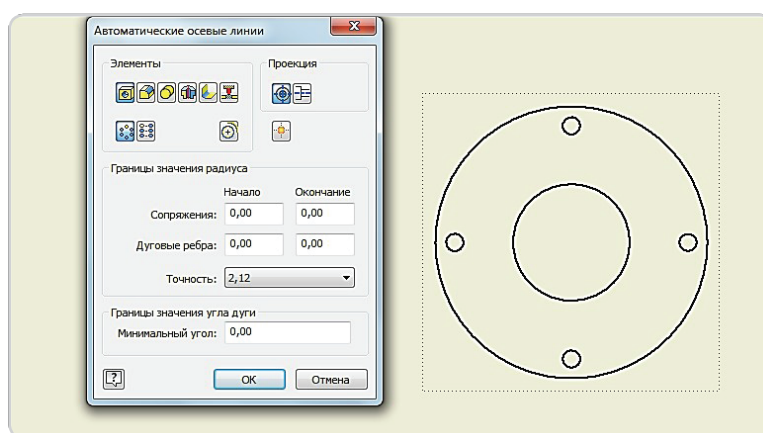


Рис. 2.20

Для проведения осевой линии на виде спереди выберите на вкладке Пояснение (ESKD) команду Осевая линия (панель Обозначения) (рис. 2.21).

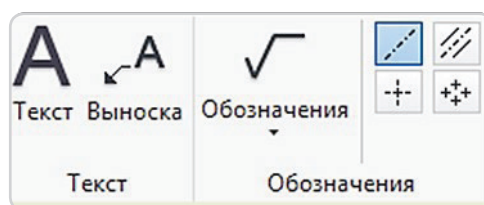


Рис. 2.21

Создайте на главном изображении детали соединение половины вида спереди и половины фронтального разреза. Для выполнения разреза используйте команду Местный разрез (вкладка Размещение видов; панель Изменить) (рис. 2.22).

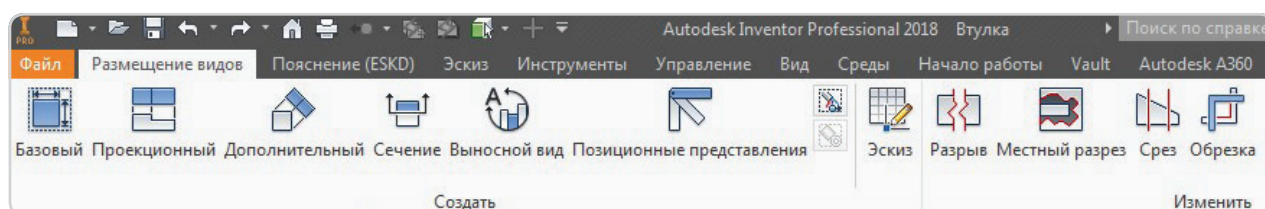


Рис. 2.22

Построение местного разреза выполните по алгоритму:

- 1) выделите вид спереди для создания командой Новый эскиз (вкладка Размещение видов) эскиза, ограничивающего область разреза (рис. 2.23);

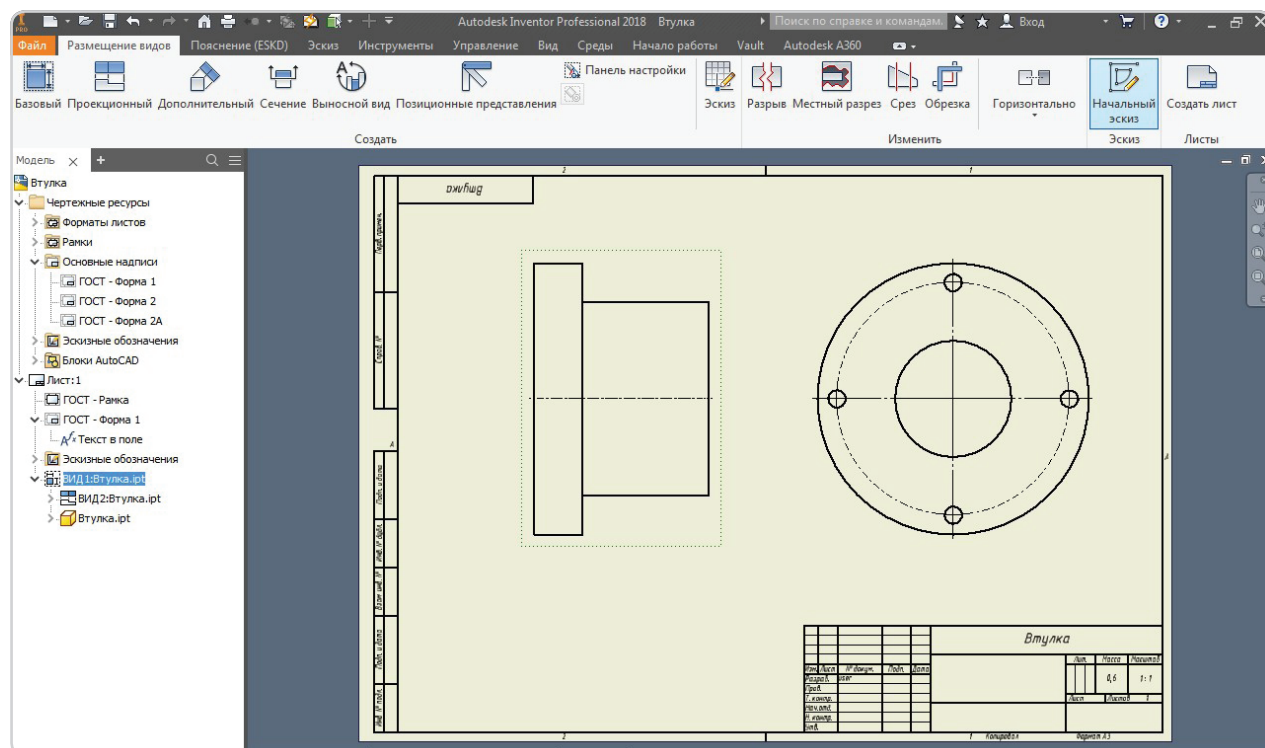


Рис. 2.23

- 2) выполните эскиз в виде прямоугольника (рис. 2.24). Команда Принять ЭСКИЗ;

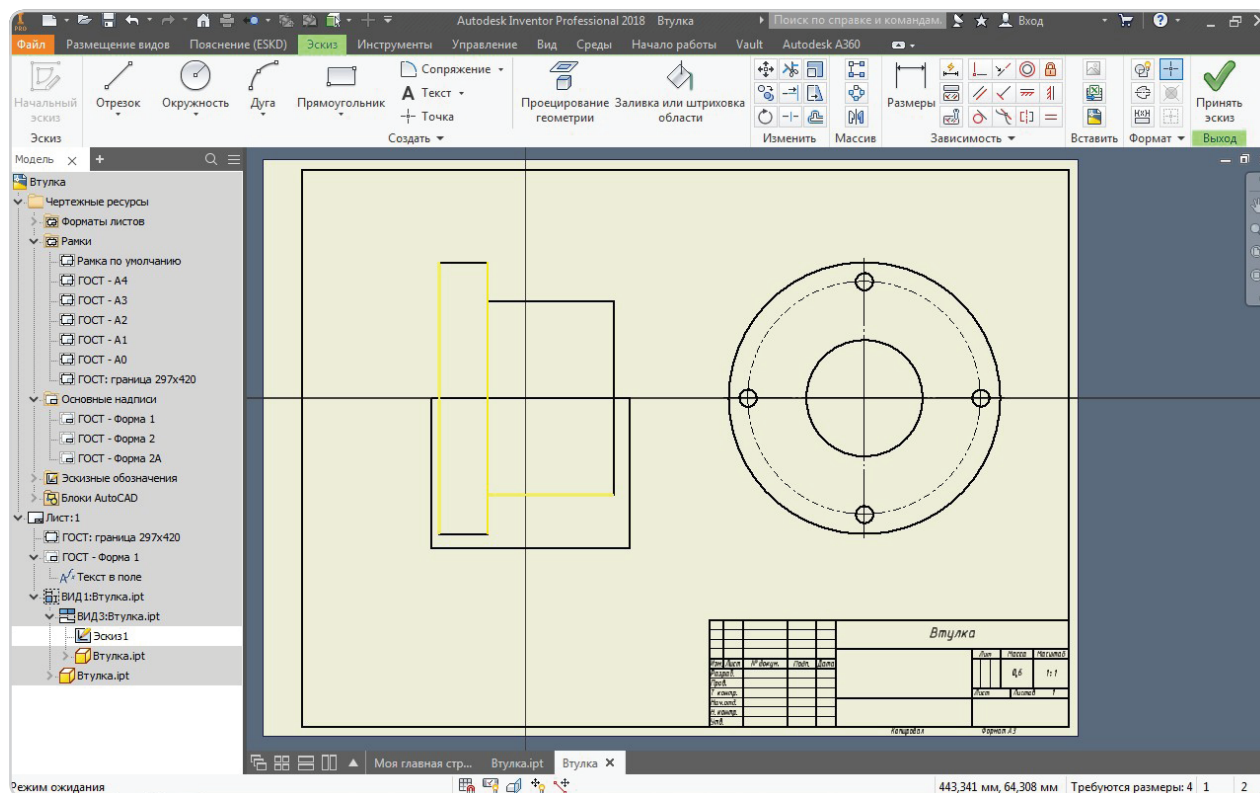


Рис. 2.24

- 3) выберите команду Местный разрез, укажите вид с эскизом и линию нижней образующей, задающую положение секущей плоскости местного разреза (рис. 2.25);

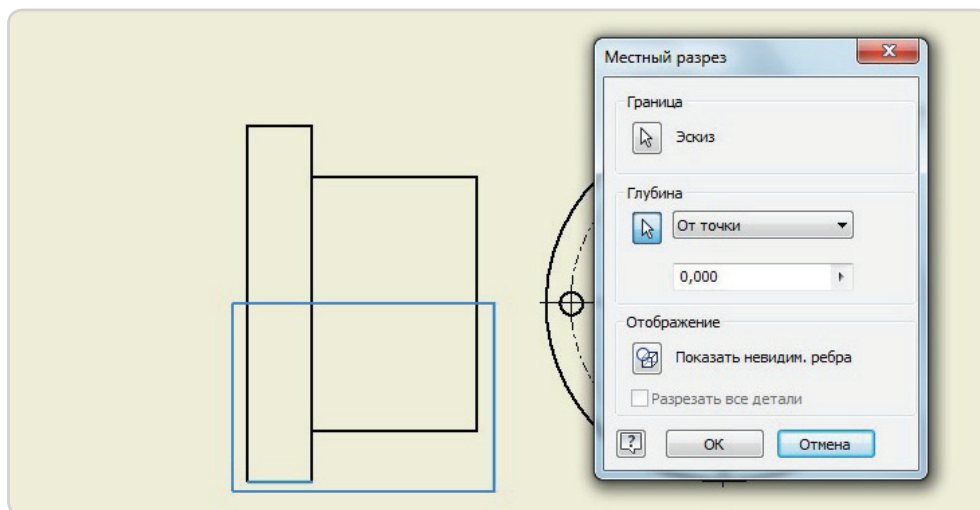


Рис. 2.25

- 4) на рис. 2.26 показан разрез, совмещенный с половиной вида спереди. В соответствии с ГОСТ 2.305–2013 линия, которая соединяет половину вида с половиной разреза, должна быть осевой;

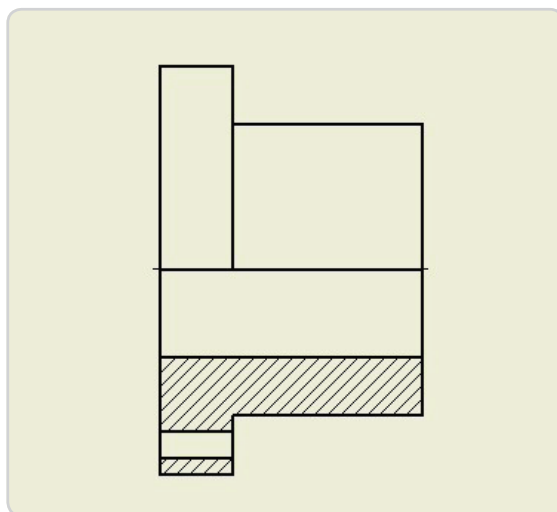


Рис. 2.26

- 5) выделите линию, в контекстном меню снимите «галочку» Видимость (рис. 2.27);

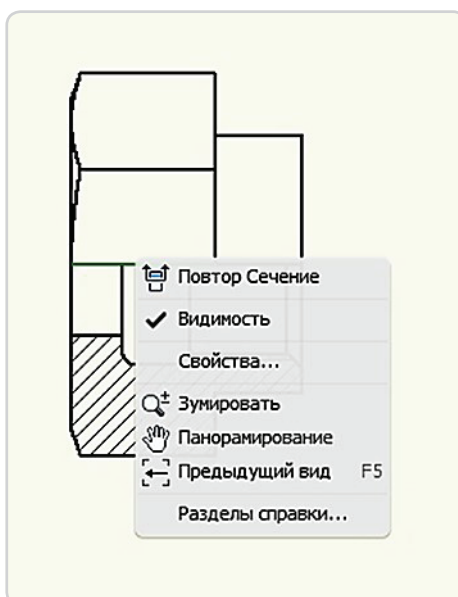


Рис. 2.27

- 6) проведите осевую линию.

Проставьте размеры. Для этого выберите на вкладке Пояснение (ESKD) команду Размеры (рис. 2.28).

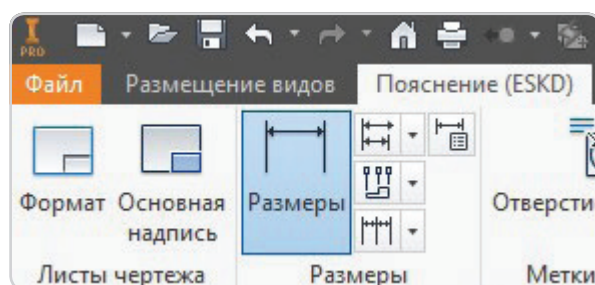


Рис. 2.28

Обратите внимание на простановку размера диаметра 60 отверстия. Этот размер должен быть с односторонней стрелкой. Выделите осевую линию и линию нижней образующей цилиндрического отверстия; появляется размер 30, не фиксируя размер; правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню, выберите Тип размеров — Линейный диаметр (рис. 2.29).

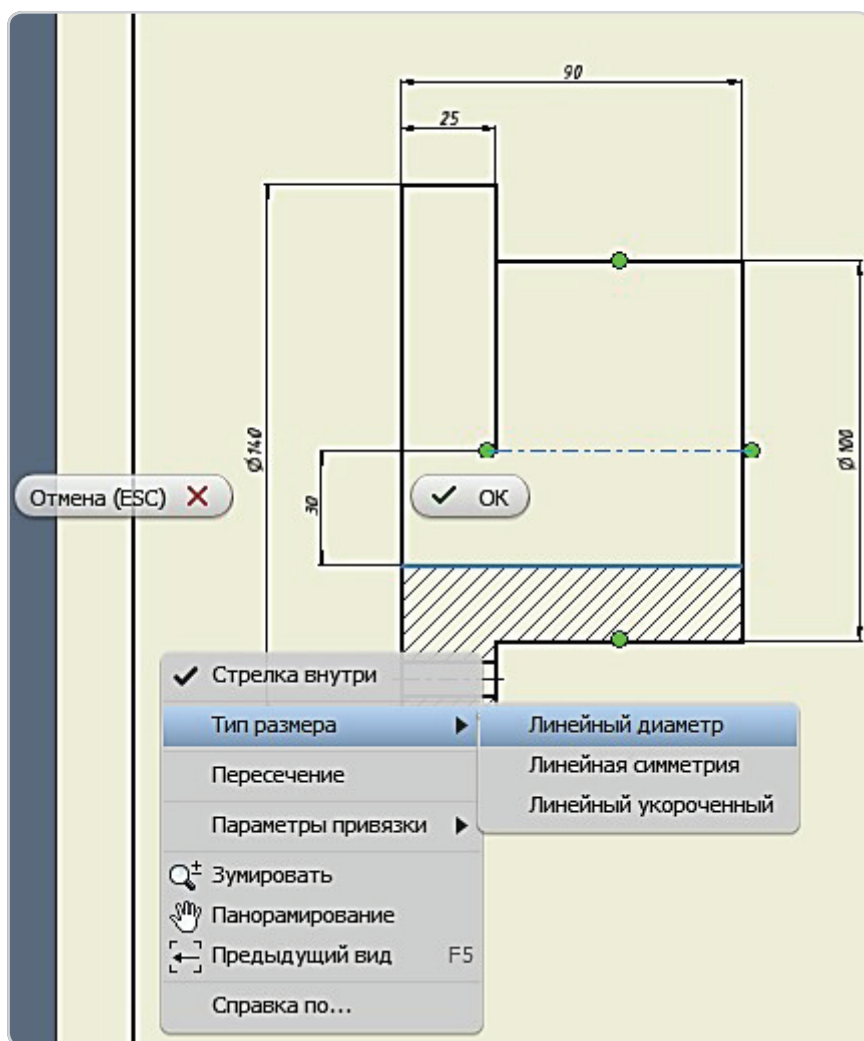


Рис. 2.29

Заполните основную надпись. Из вкладки Пояснение (ESKD) в панели Листы чертежа выберите команду Основная надпись. В диалоговом окне Основная надпись заполните необходимые графы (рис. 2.30).

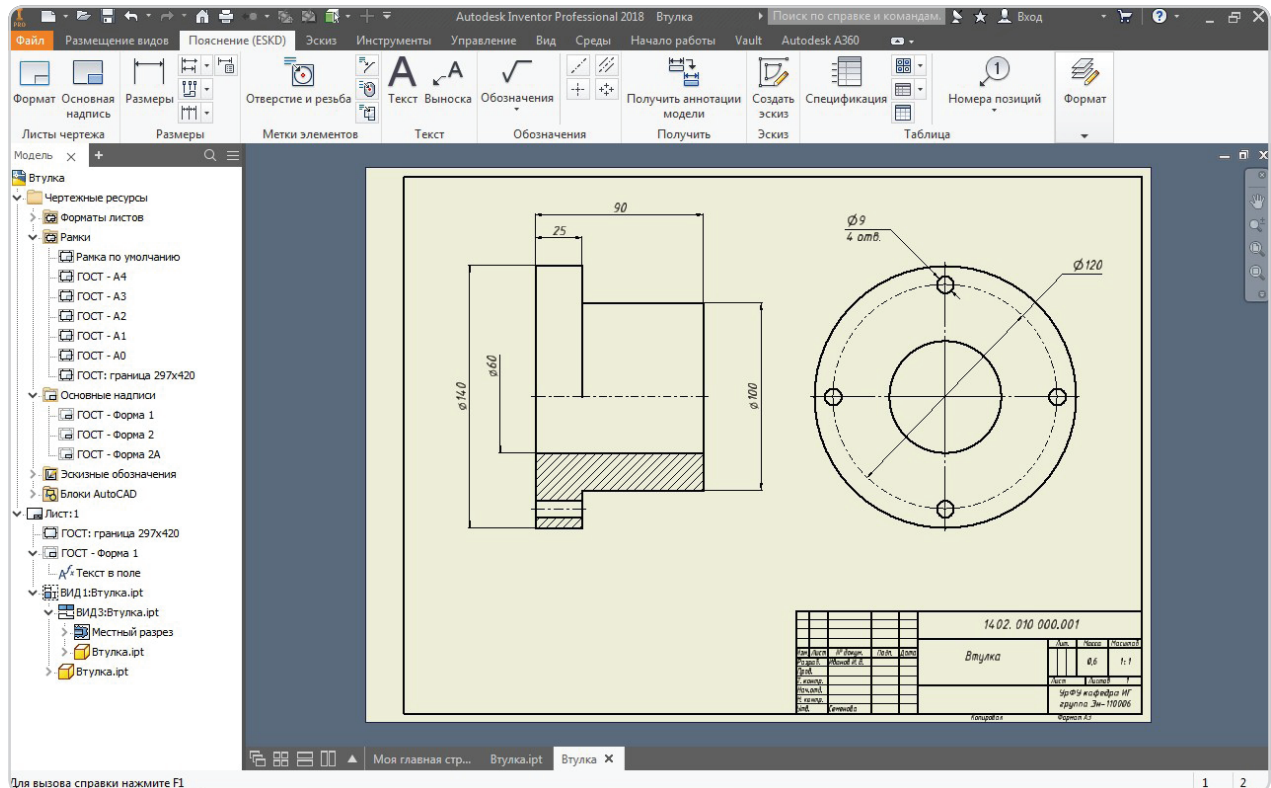


Рис. 2.30

Вопросы для самоконтроля к разделу 2

1. Можно ли изменить размер после принятия эскиза?
2. Зачем накладываются размерные зависимости в эскизе?
3. Какие объекты можно использовать как ось вращения?
4. Какие типы отверстий можно создавать в Autodesk Inventor?
5. Верно ли утверждение, что при создании кругового массива отверстий может использоваться только рабочая ось?

3. Создание модели и рабочего чертежа механически обработанной детали

Задание. По предложенной детали, например пробке, создать ее электронную модель и рабочий чертеж. Определение размеров выполнить с помощью измерительных инструментов.

Рассмотрим последовательно все этапы выполнения задания на примере детали Пробка (рис. 3.1).



Рис. 3.1

3.1. Модель механически обработанной детали

Начинать работу необходимо с активизации ранее созданного проекта, например Эн-110006 Иванов И. В. (рис. 3.2).

Создайте Деталь, шаблон — .ipt. На ленте открывается вкладка 3D-модель (рис. 3.3).

Вызовите команду Начать 2D-эскиз, выберите рабочую плоскость для эскиза, например Плоскость XY (рис. 3.4).

Начните создание модели детали с шестигранного элемента. Во вкладке Эскиз выберите инструмент Многоугольник. В диалоговом окне укажите число сторон — 6. Центр многоугольника нужно выбрать в точке пересечения осей координат X и Y. Это необходимо для удобства дальнейшего моделирования при использовании рабочих плоскостей (рис. 3.5).

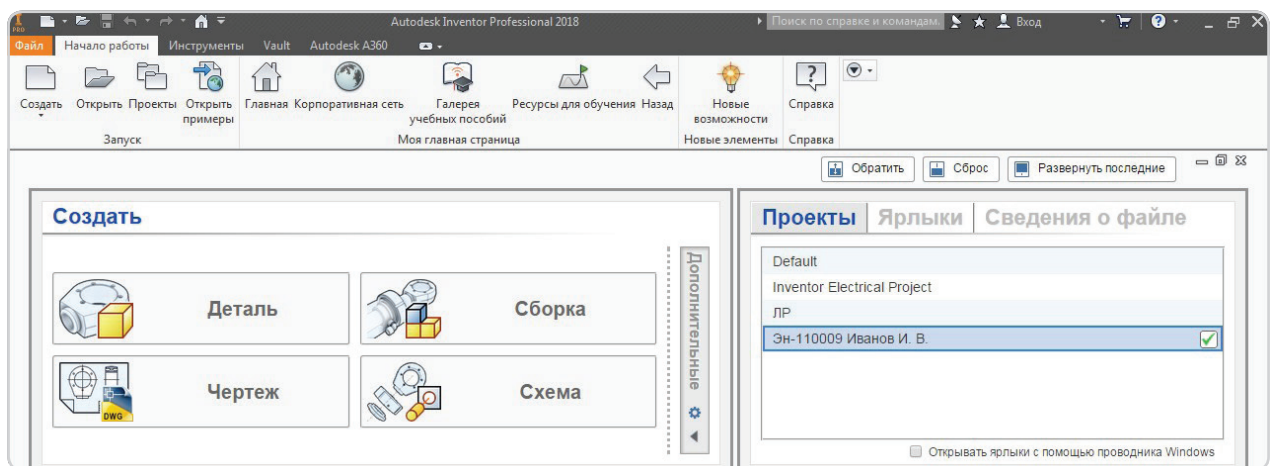


Рис. 3.2

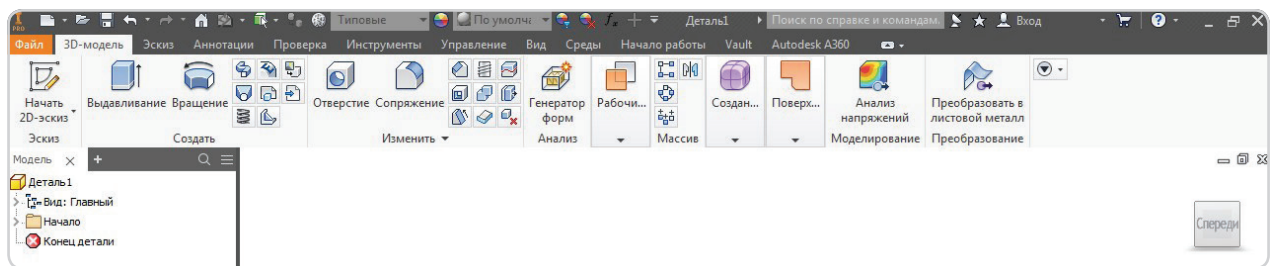


Рис. 3.3

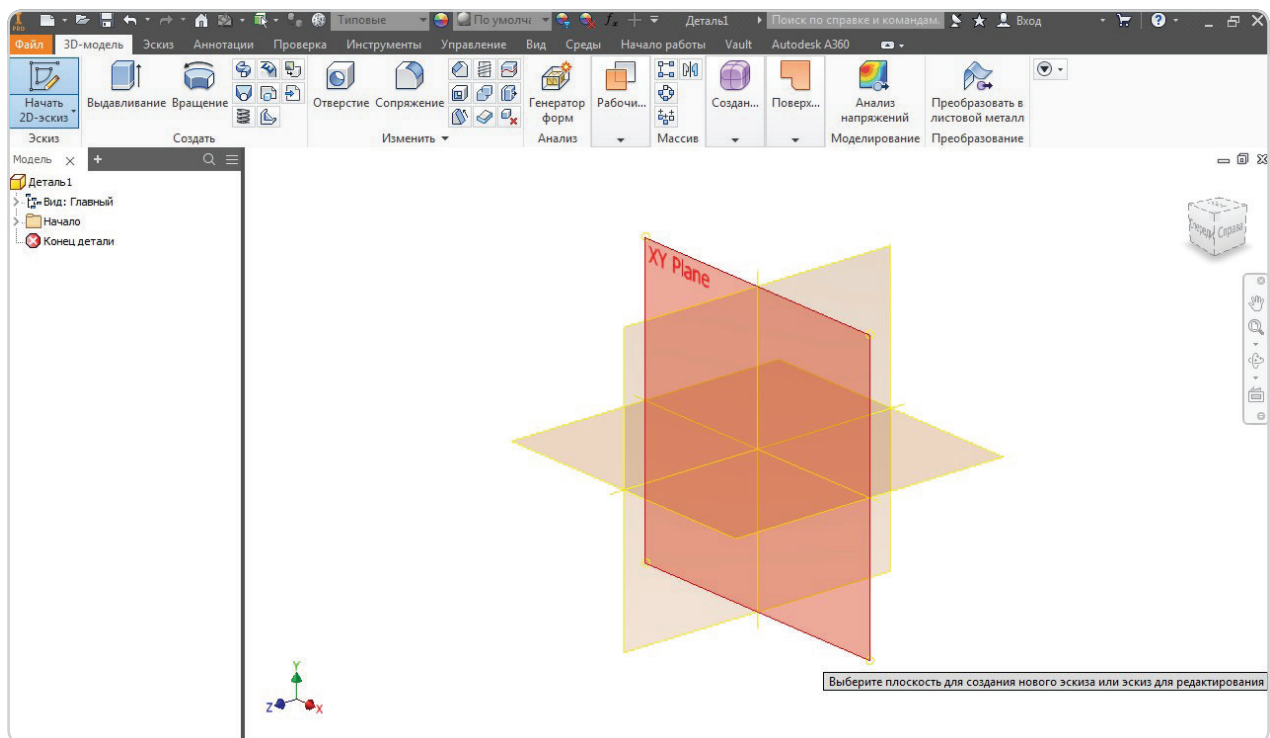


Рис. 3.4

3. Создание модели и рабочего чертежа механически обработанной детали

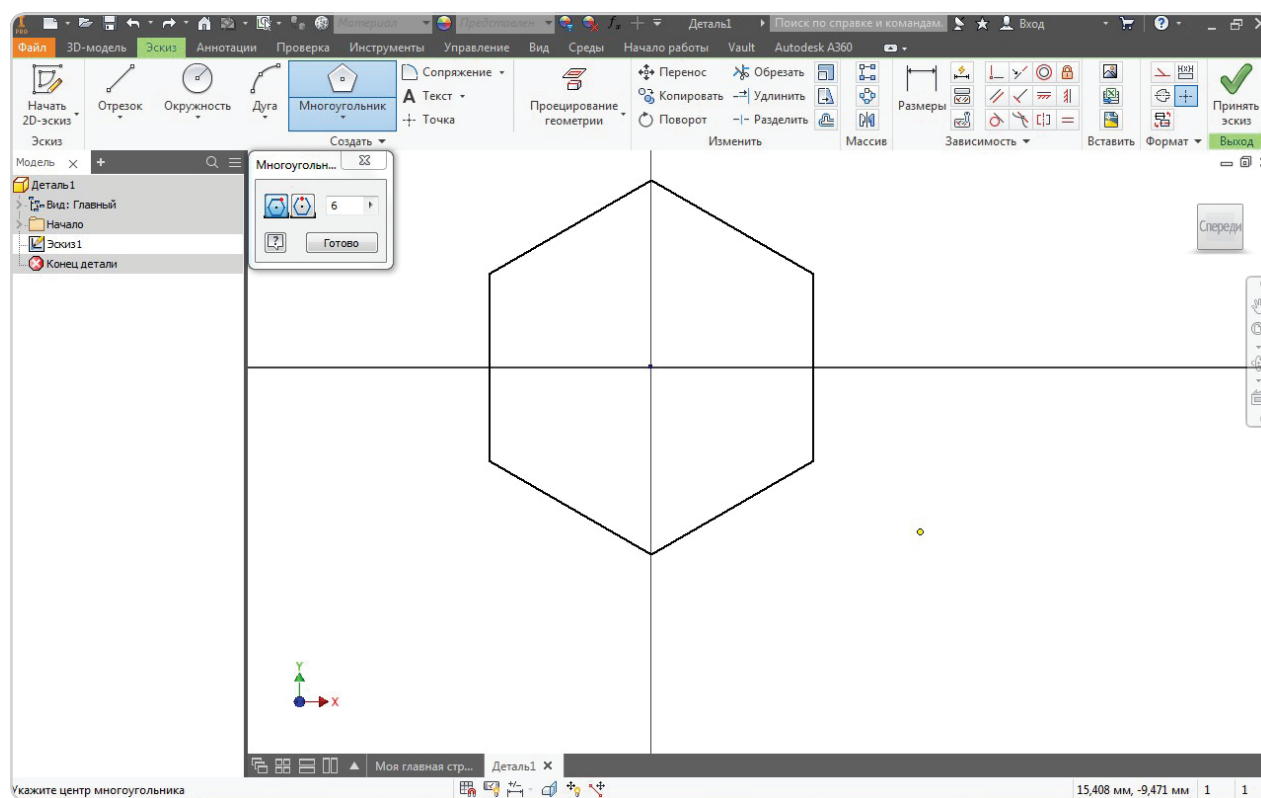


Рис. 3.5

Наложите геометрические зависимости, чтобы стороны шестиугольника были параллельны какой-либо координатной оси (рис. 3.6).

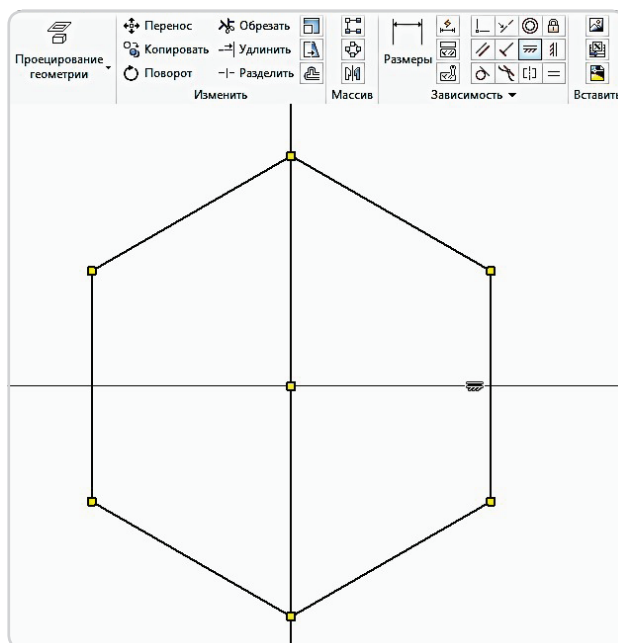


Рис. 3.6

Проставьте размер. Завершите эскиз командой Принять эскиз (рис. 3.7).

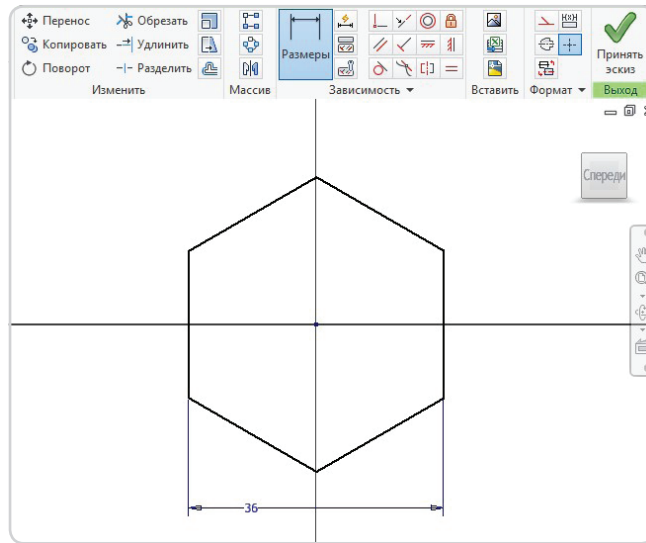


Рис. 3.7

Для получения шестигранной призмы примените Выдавливание (рис. 3.8).

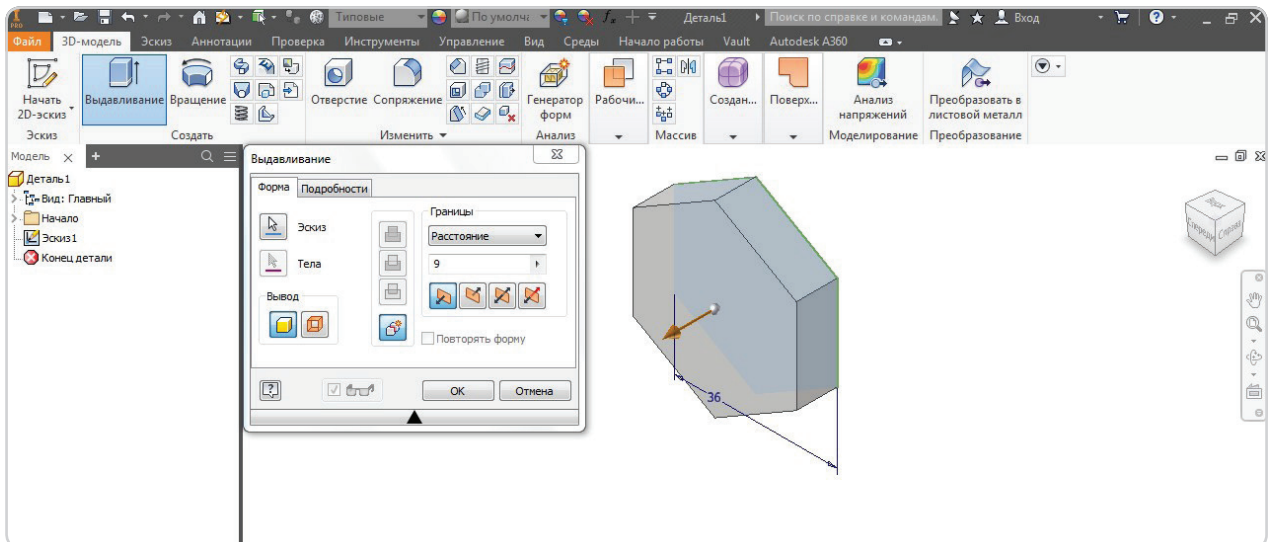


Рис. 3.8

Другие элементы детали — это поверхности вращения. Выберите в браузере Плоскость YZ для построения нового эскиза (рис. 3.9).

В контекстном меню выберите Разрезать модель (рис. 3.10). Деталь будет разрезана по Плоскости YZ.

Проведите Ось вращения (рис. 3.11).

Создайте замкнутый эскиз для вращения, проставьте размеры (рис. 3.12). Завершите эскиз.

3. Создание модели и рабочего чертежа механически обработанной детали

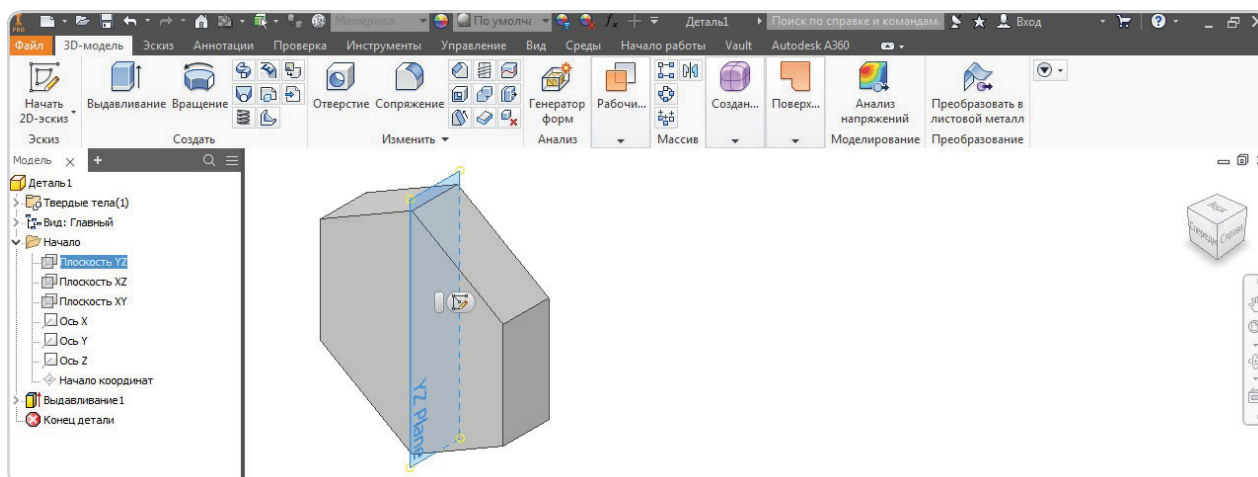


Рис. 3.9

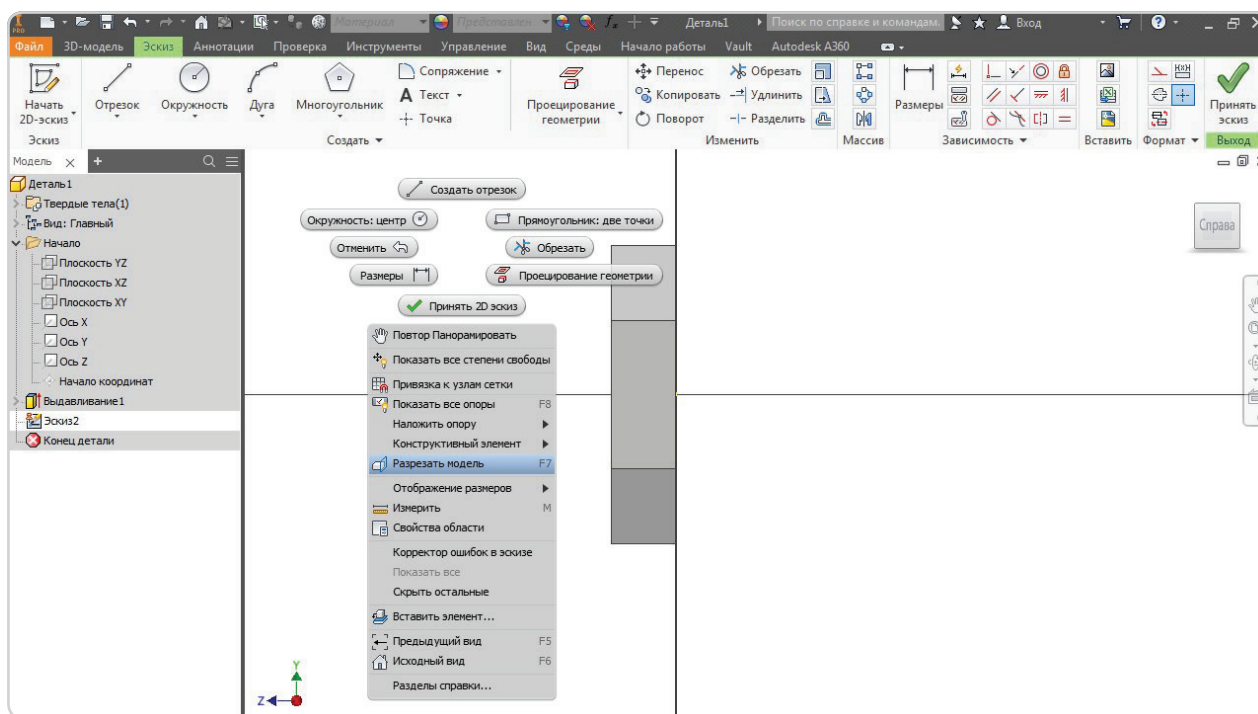


Рис. 3.10

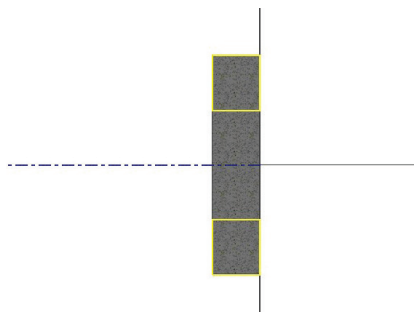


Рис. 3.11

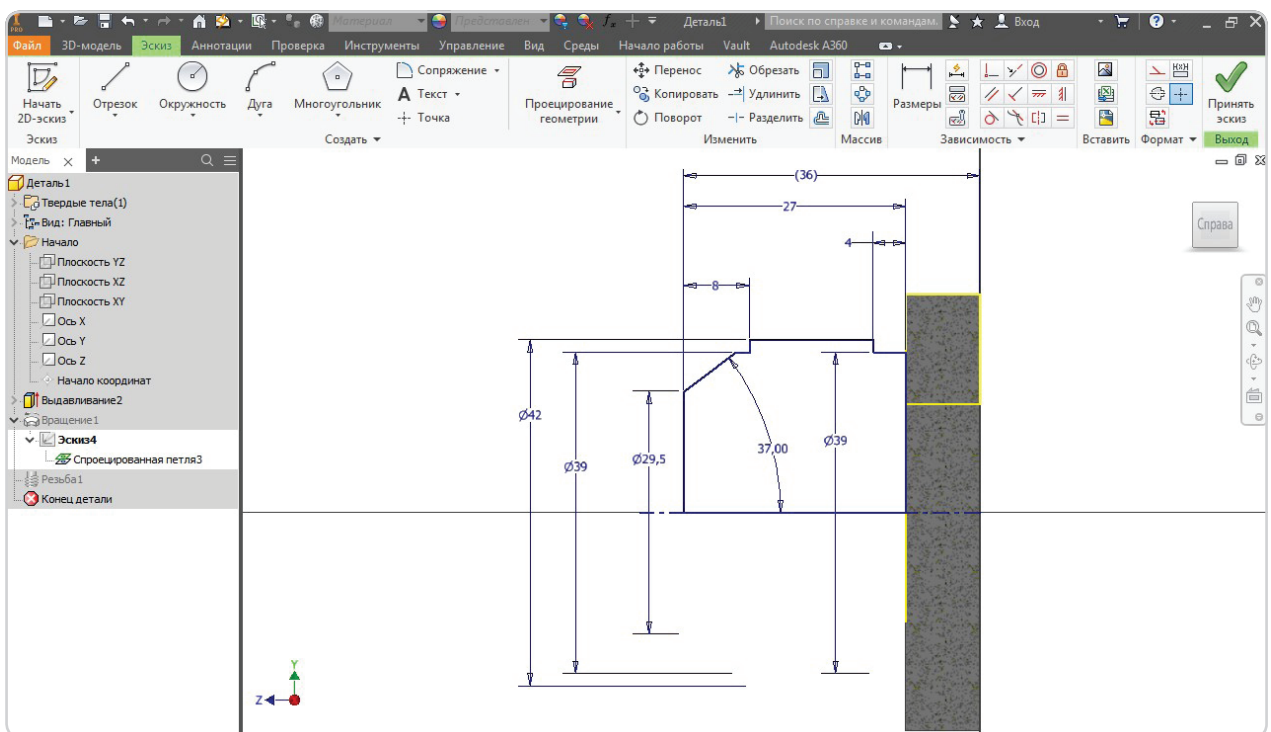


Рис. 3.12

Примените к эскизу команду Вращение. В диалоговом окне укажите границы вращения (Границы — Полный круг) (рис. 3.13).

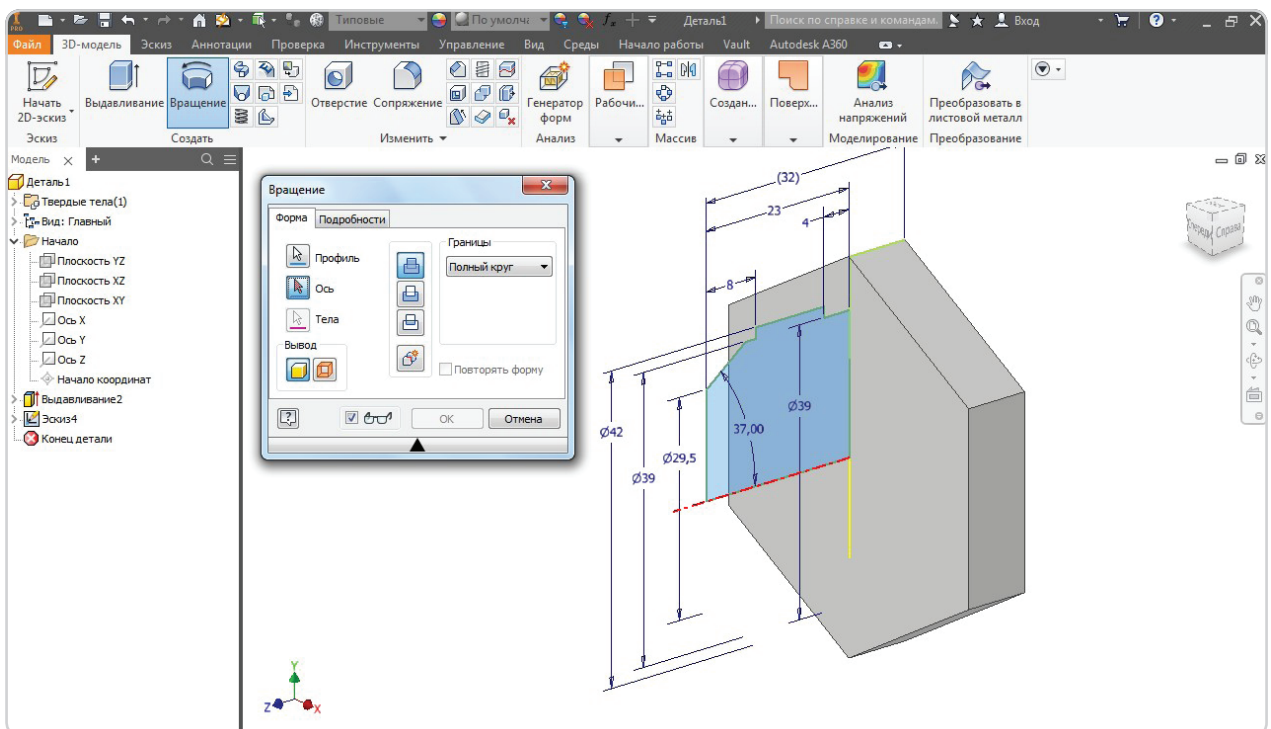


Рис. 3.13

Построение наружной резьбы выполните командой Резьба. В диалоговом окне в группе Положение укажите поверхность для нанесения резьбы, в группе Параметры выберите следующие параметры: Тип резьбы — ISO метрическая, Размер и Обозначение, направление резьбы — Правая (рис. 3.14).

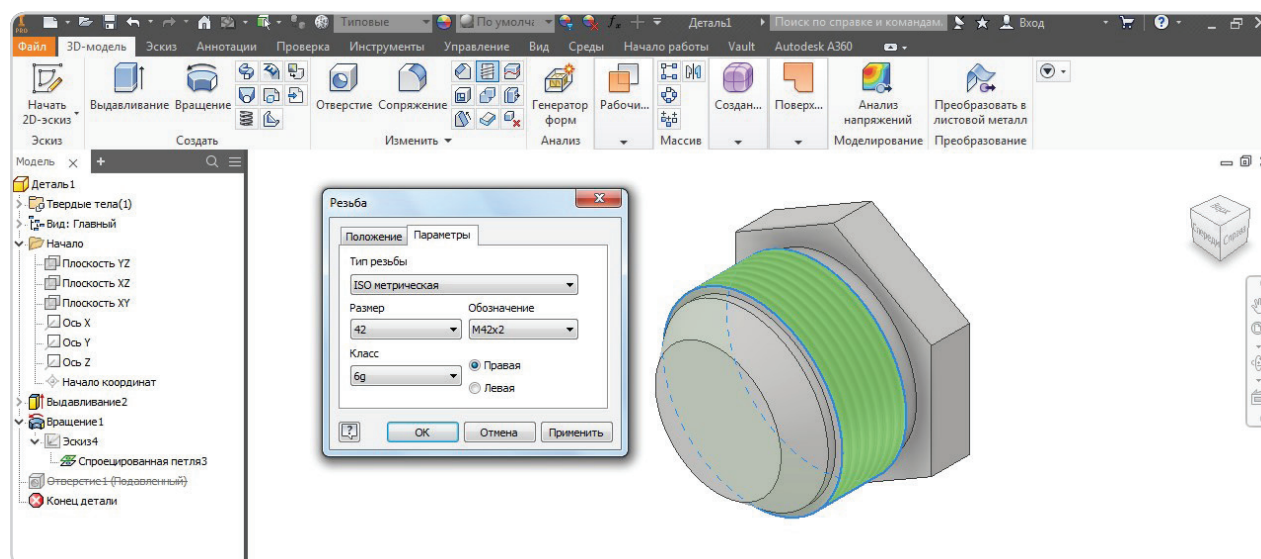


Рис. 3.14

Деталь имеет внутреннее цилиндрическое отверстие, которое выполняется командой Отверстие. В диалоговом окне укажите Размещение — Концентрично, выберите любую поверхность вращения, относительно которой располагается отверстие, задайте размеры (рис. 3.15).

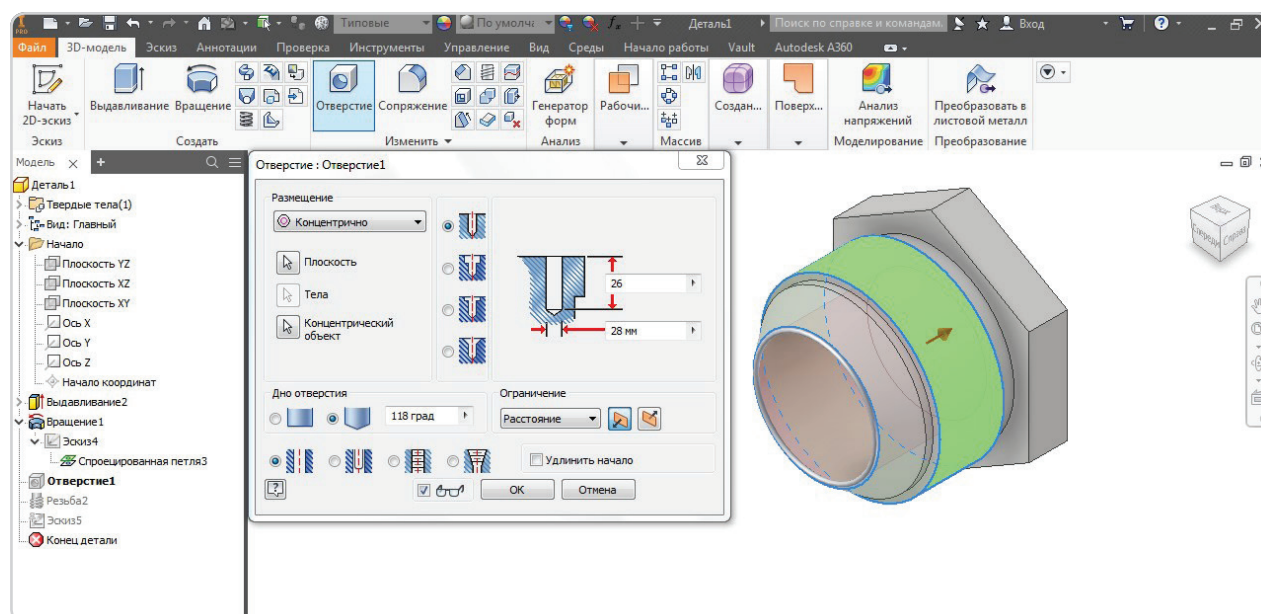


Рис. 3.15

Шестигранный элемент детали имеет две конические фаски. Для построения эскиза выберите в браузере Плоскость YZ, создайте 2D-эскиз (рис. 3.16).

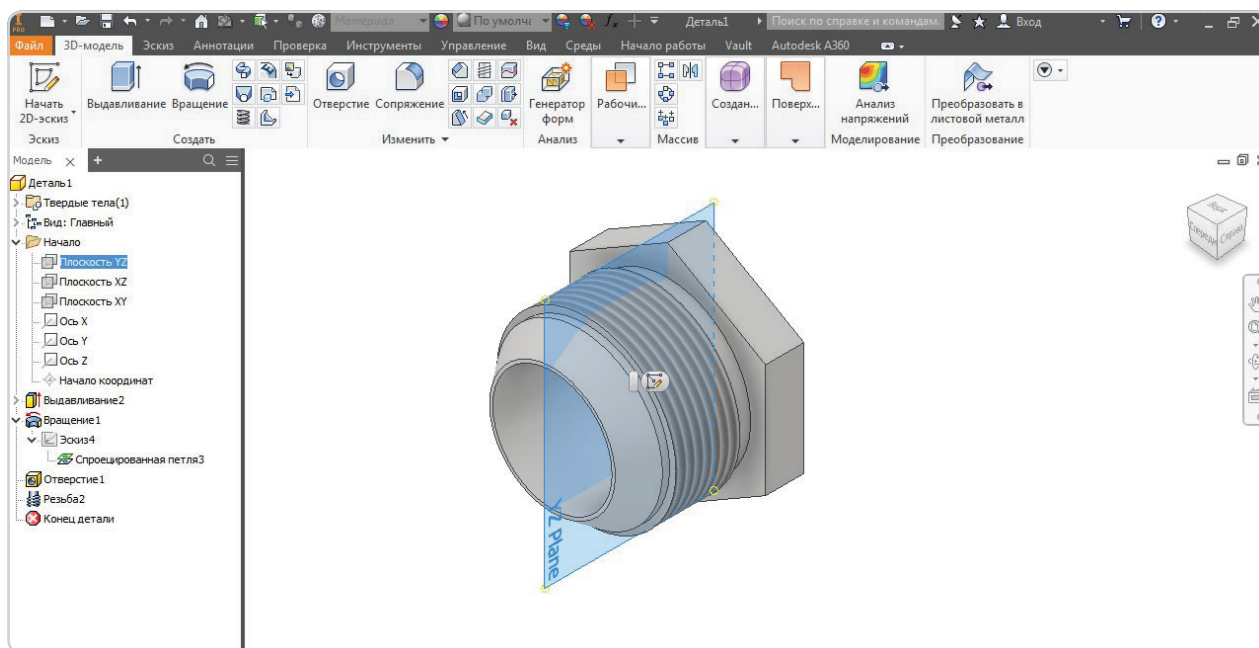


Рис. 3.16

Разрежьте модель по Плоскости YZ (рис. 3.17).

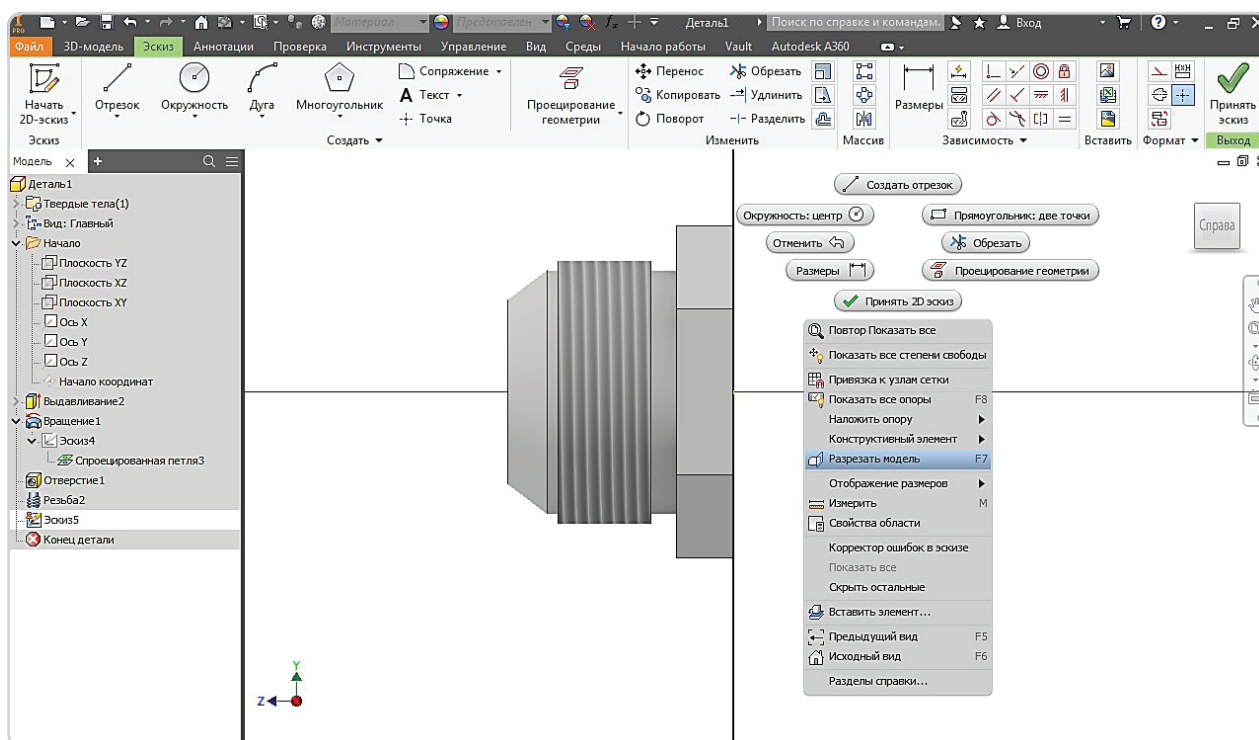


Рис. 3.17

Проведите осевую линию. Создайте эскизы фасок с размерами для вращения вокруг оси (рис. 3.18). Завершите эскиз.

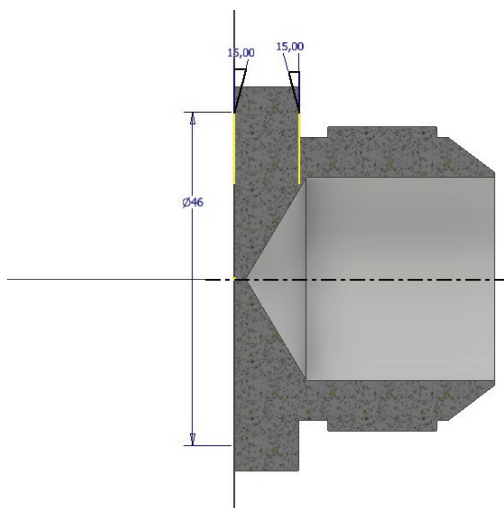


Рис. 3.18

Командой Вращение с вычитанием вокруг оси выполните конструктивные элементы — фаски (рис. 3.19, 3.20).

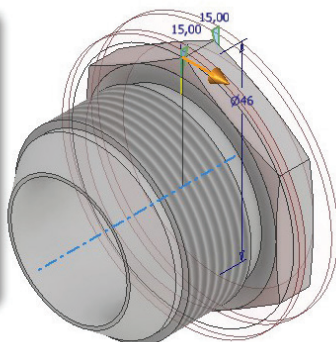
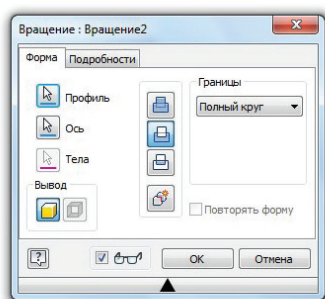


Рис. 3.19

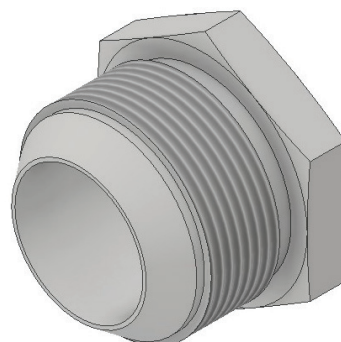


Рис. 3.20

Добавьте фаски у наружной резьбы, используя команду Фаска (вкладка 3D-модель). В диалоговом окне задайте форму фаски, укажите острые кромки, ребро и длину (рис. 3.21).

Острые кромки детали имеет скругления. Радиусы скруглений проточки должны соответствовать стандартам на проточки метрической резьбы, размеры приведены в учебном пособии «Инженерная графика. Информационные основы проектирования»¹. Выберите команду Сопряжение (рис. 3.22).

¹ Понетаева Н. Х., Патрушева Н. В. Инженерная графика. Информационные основы проектирования. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. С. 31.

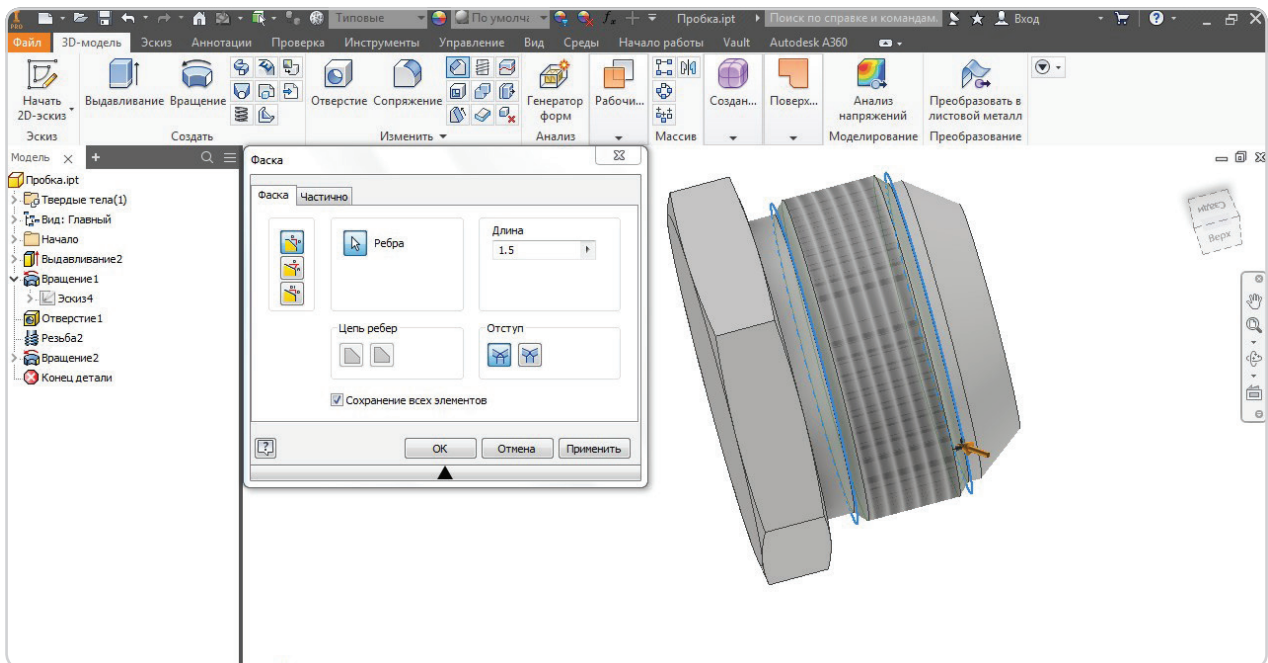


Рис. 3.21

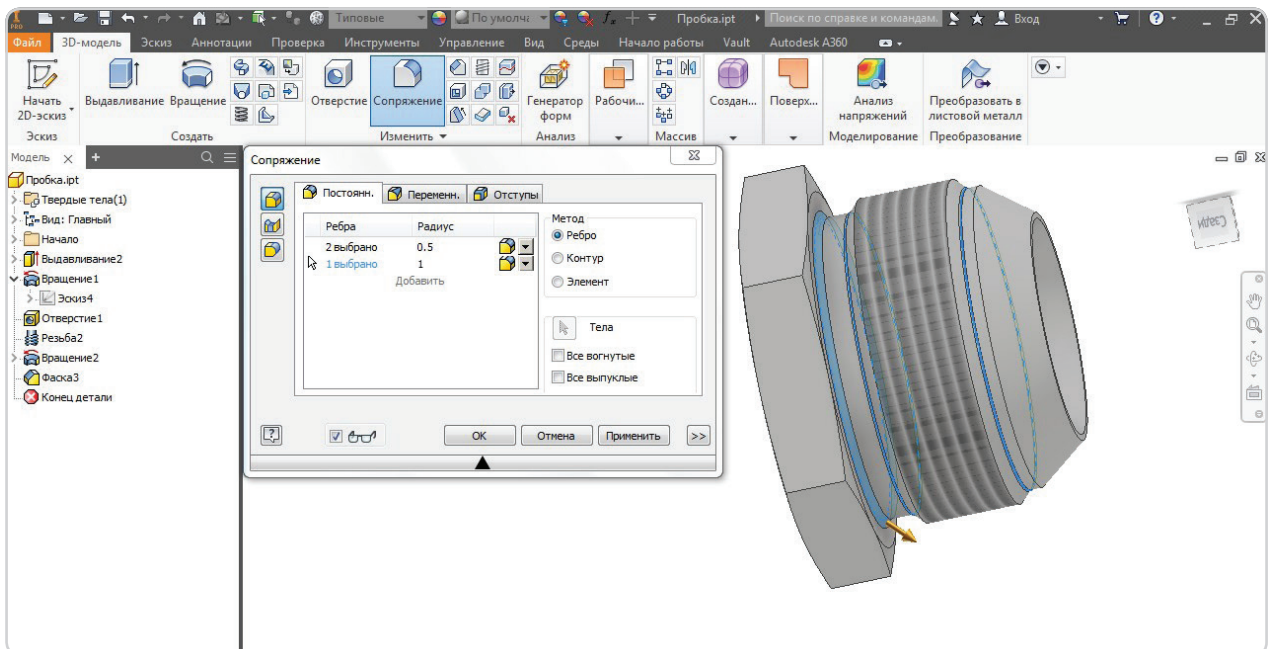


Рис. 3.22

Необходимо назначить материал. Деталь, для которой создана модель, выполнена из стали, например легированной. Во вкладке Файл выберите Свойства Inventor (рис. 3.23). В диалоговом окне во вкладке Физические укажите Материал — Сталь, легированная (рис. 3.24), затем нажмите Применить и закройте окно.

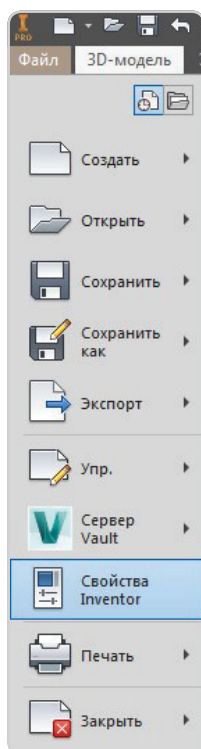


Рис. 3.23

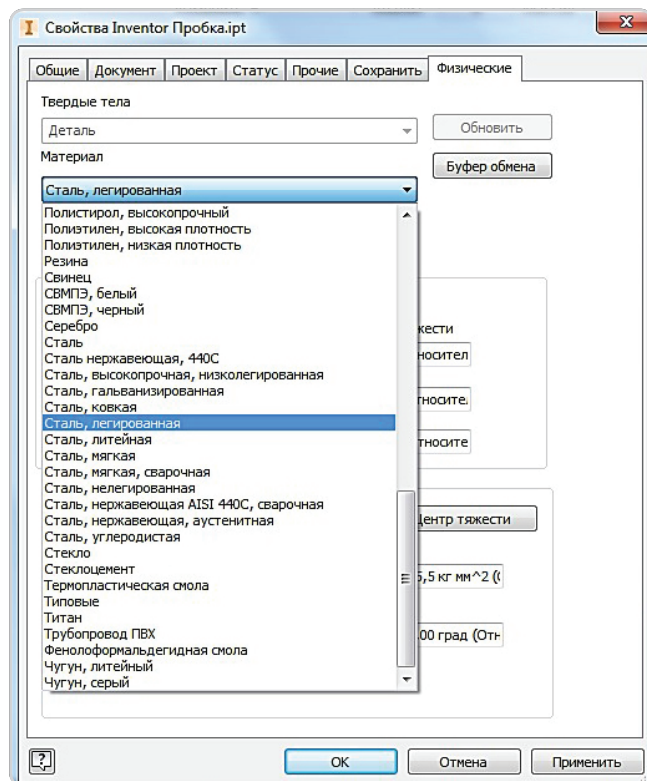


Рис. 3.24

Сохраните модель.

3.2. Рабочий чертеж механически обработанной детали

По заданию необходимо выполнить рабочий чертеж. Рассмотрим последовательно создание чертежа детали Пробка по модели. Перейдите в среду Чертеж. Создайте чертеж детали (рис. 3.25).

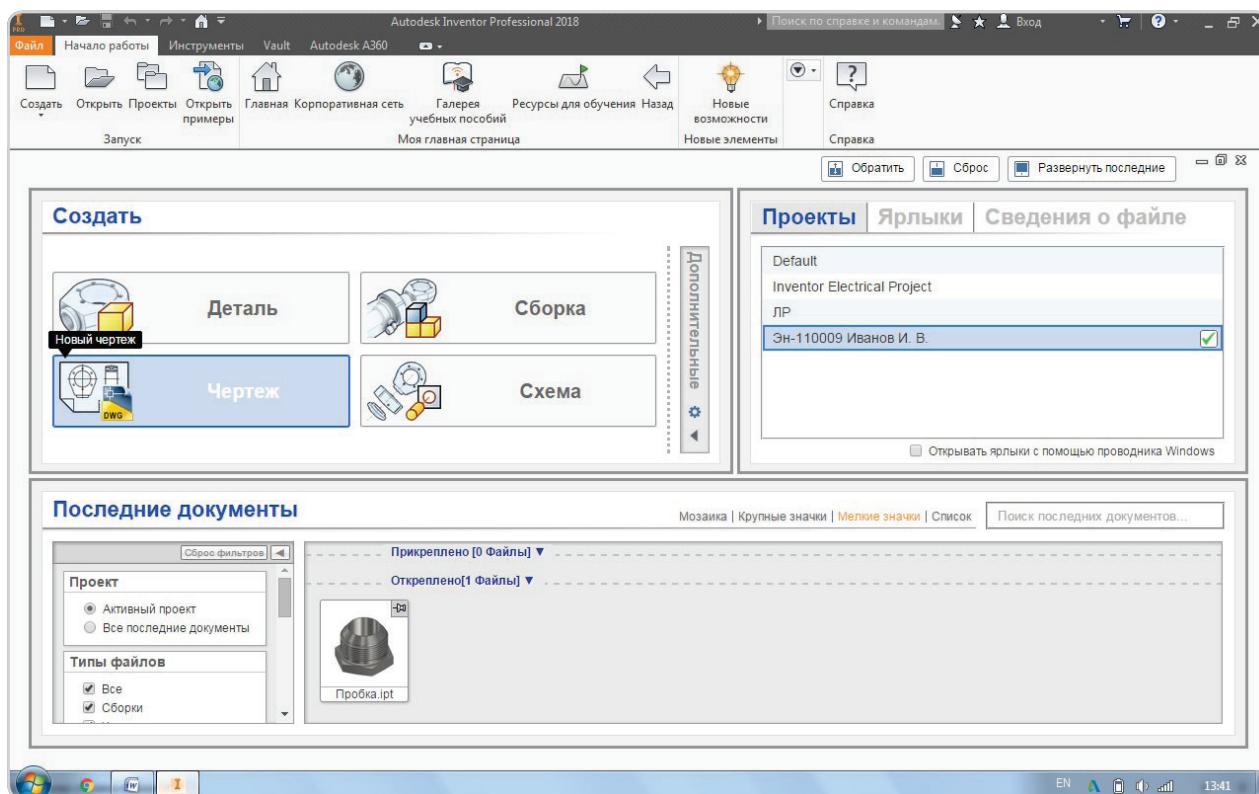


Рис. 3.25

По умолчанию открывается лист формата А3, расположенный горизонтально (рис. 3.26). Предложенный формат подходит для чертежа детали.

Откройте файл модели. Выберите во вкладке Размещение видов команду Базовый. Создается первое изображение на чертеже, вид спереди. Сразу же можно построить проекционный вид слева. В диалоговом окне выберите следующие параметры: Стиль — Без указания невидимых линий; Масштаб — 2,5 : 1 (рис. 3.27).

Главное изображение детали должно содержать половину вида спереди и половину фронтального разреза. Для его выполнения можно воспользоваться командой Местный разрез. Создайте эскиз на месте вида спереди, чтобы ограничить область местного разреза. Выделите вид левой кнопкой мыши, затем примените команду Начальный эскиз (рис. 3.28).

На вкладке Эскиз выберите команду Прямоугольник и обведите половину вида спереди (рис. 3.29). Завершите эскиз командой Принять эскиз.

3. Создание модели и рабочего чертежа механически обработанной детали

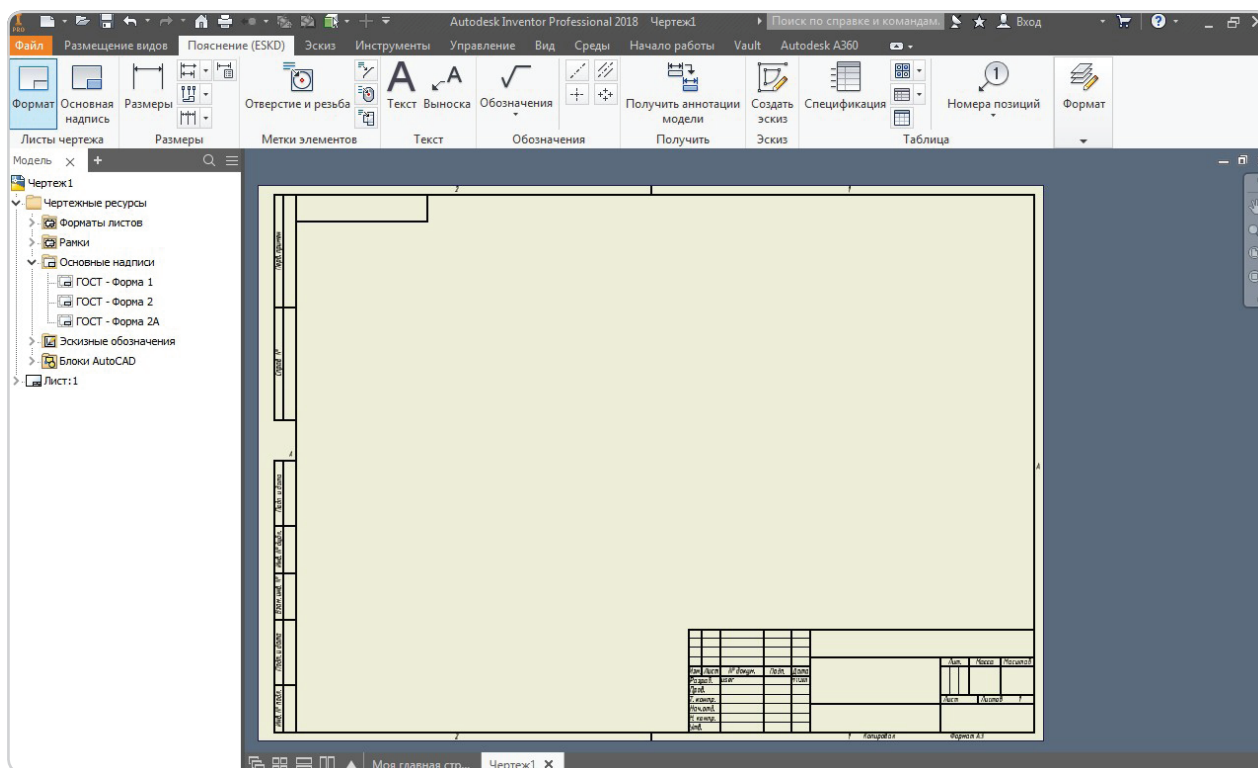


Рис. 3.26

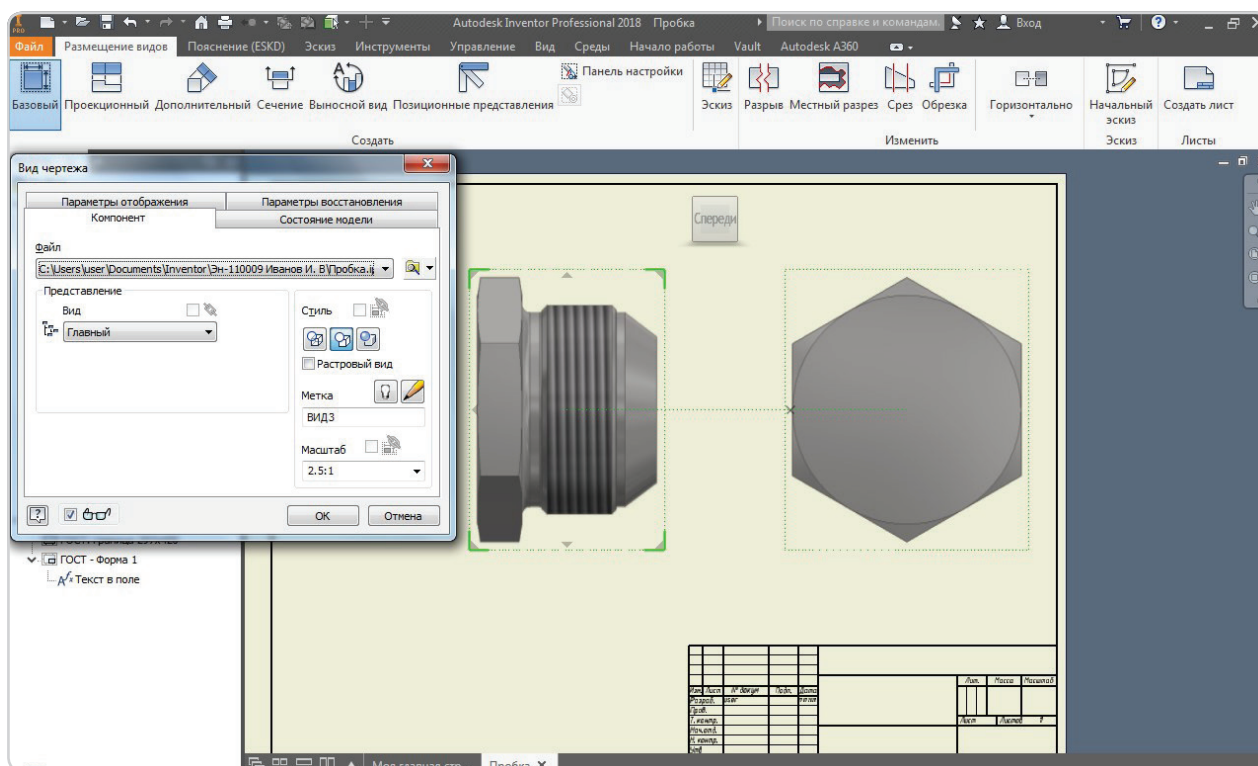


Рис. 3.27

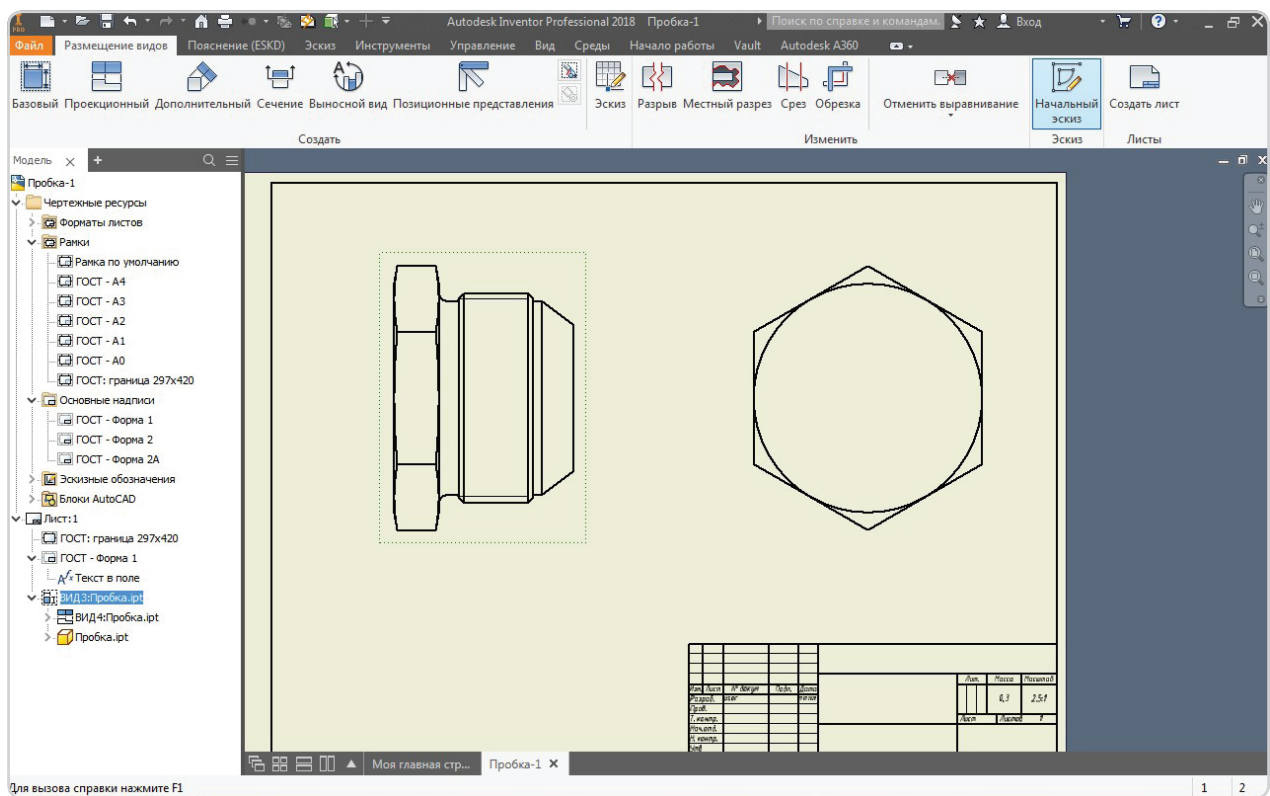


Рис. 3.28

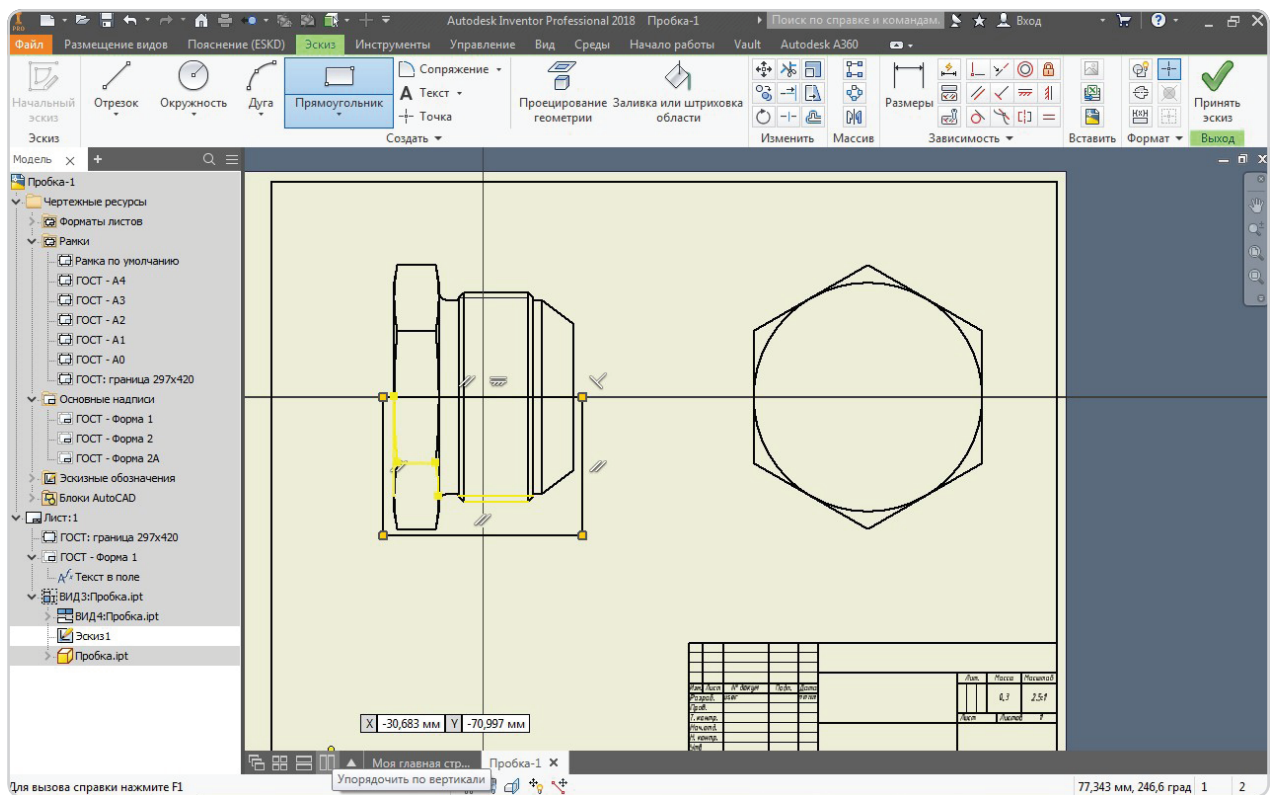


Рис. 3.29

Во вкладке Размещение видов выберите команду Местный разрез. Выделите границы эскиза для местного разреза и укажите точку, через которую будет проходить секущая плоскость разреза, например точку на нижней образующей конической фаски на виде слева (рис. 3.30).

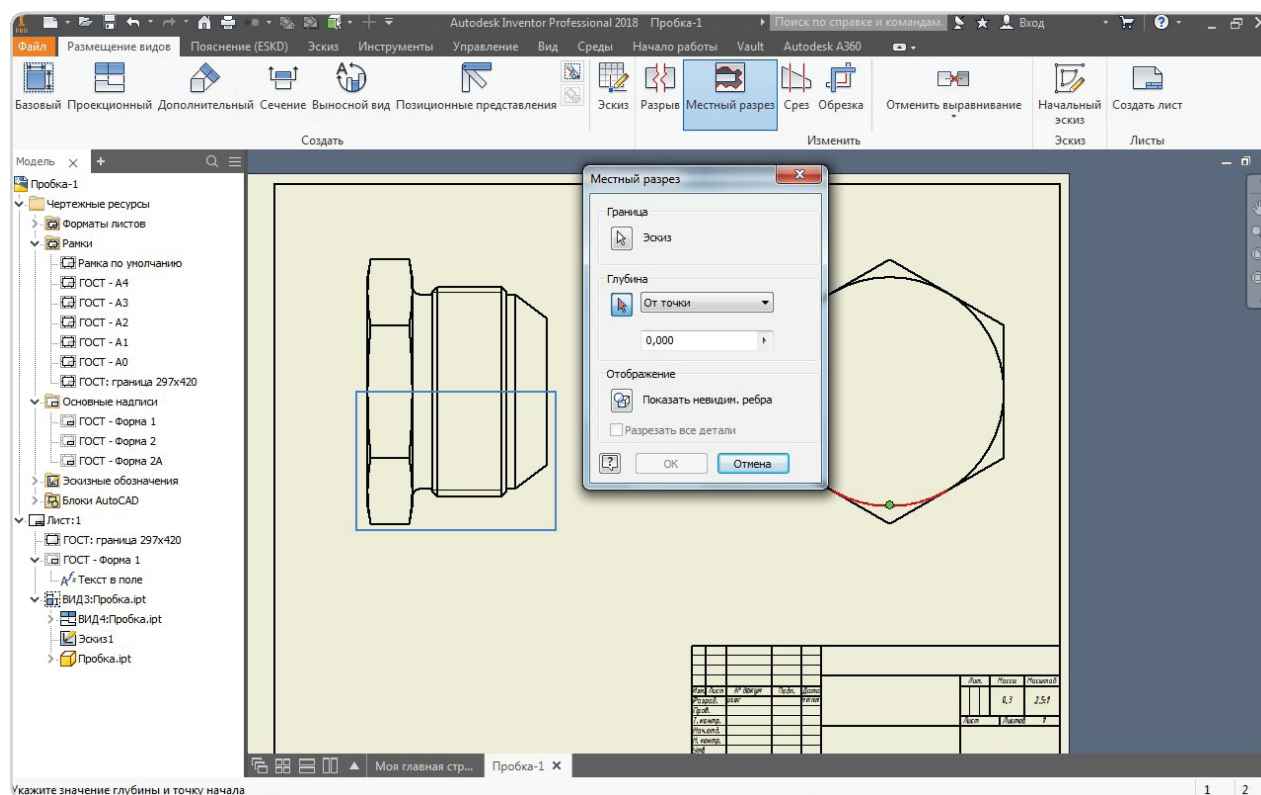


Рис. 3.30

На рис. 3.31 показан результат выполнения команды Местный разрез. В настоящее время система Autodesk Inventor не полностью адаптирована для построения чертежей в единой системе конструкторской документации (ЕСКД). Изображение половины вида, соединенного с половиной фронтального разреза, не соответствует требованиям ГОСТ 2.305–2008. Линия, разделяющая изображения, должна быть осевой.

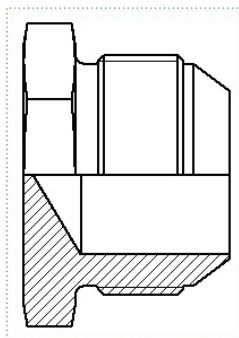


Рис. 3.31

Снимите видимость сплошной линии, используя контекстное меню, и проведите осевую линию (рис. 3.32).

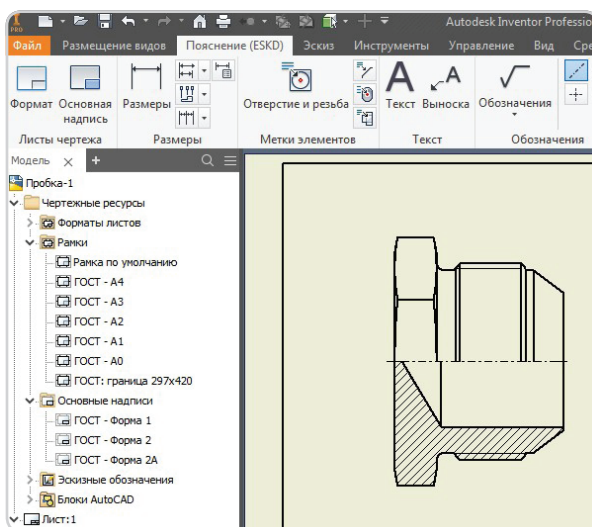


Рис. 3.32

На виде слева командой Маркер центра проведите центровые линии (рис. 3.33).

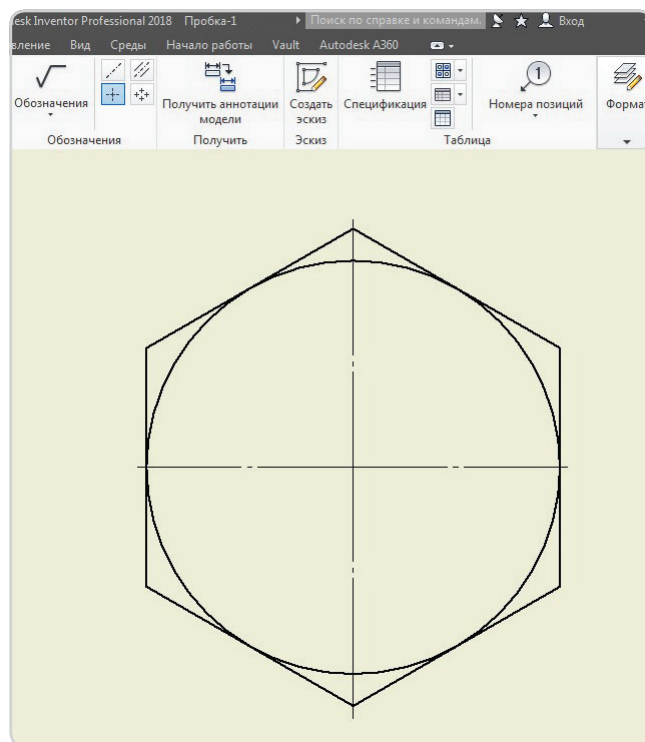


Рис. 3.33

Проточку на рабочем чертеже детали Пробка покажите в увеличенном масштабе. Для этого выполните выносной элемент проточки. Место изображения

выносного элемента в соответствии с ГОСТ 2.305—2008 должно быть отмечено замкнутой сплошной тонкой линией с обозначением заглавной буквой русского алфавита на полке линии-выноски. Воспользуйтесь командой Выносной элемент. В диалоговом окне задайте следующие параметры: Идентификатор вида — А, Масштаб — 5 : 1, С стиль — С удалением невидимых линий, Форма границы — Окружность (рис. 3.34). На виде укажите проточку, которая при этом обводится замкнутой окружностью, и перетащите увеличенное изображение на свободное поле чертежа. Нажмите ОК.

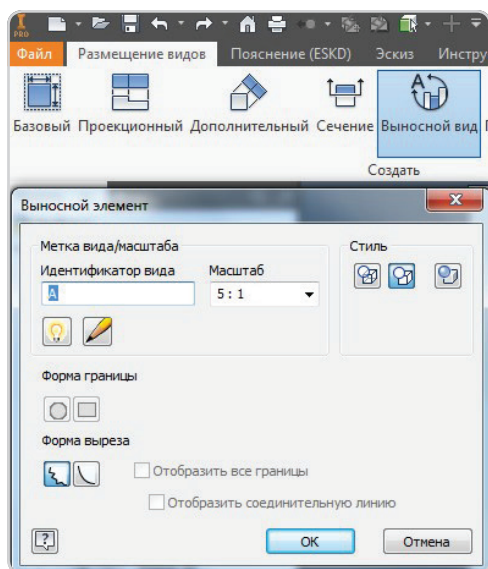


Рис. 3.34

Для получения обозначения на полке линии-выноски выделите обозначение А, затем в контекстном меню укажите Выноска. Не отпуская левую клавишу мыши, переместите букву А в нужное положение (рис. 3.35).

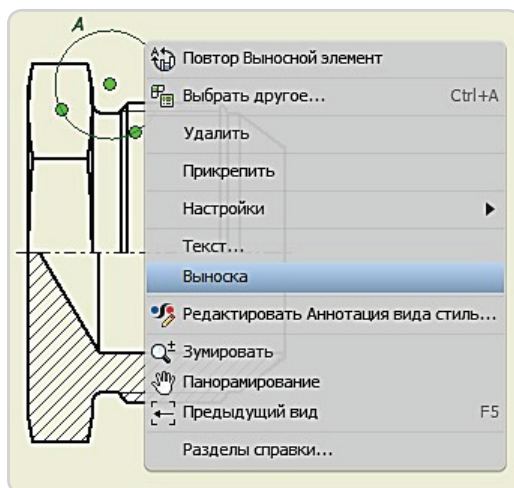


Рис. 3.35

Оформление выносного элемента проточки представлено на рис. 3.36.

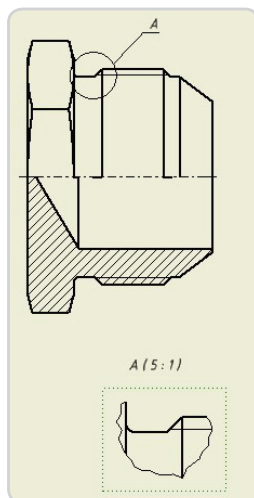


Рис. 3.36

Для нанесения размеров на чертеже выберите на вкладке Пояснение (ESKD) команду Размеры (панель Размеры) (рис. 3.37).

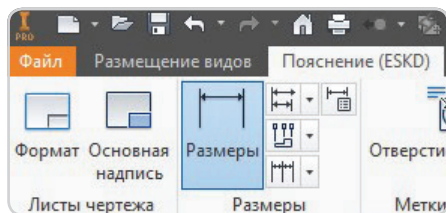


Рис. 3.37

На рабочих чертежах деталей указывают обозначения шероховатости поверхностей (ГОСТ 2.109–73). Для нанесения знаков шероховатости на вкладке Пояснение (ESKD) выбираете команду Шероховатость (панель Обозначения). Начинать нанесение знаков шероховатости удобнее со значения Неуказанная шероховатость, которая будет автоматически располагаться в правом верхнем углу чертежа (рис. 3.38).



Рис. 3.38

В диалоговом окне заполните графу Требования, например Ra 12,5 (рис. 3.39). Для обозначения поверхностей с другими значениями шероховатости, отличными от указанного значения, используйте диалоговое окно Шероховатость поверхности.

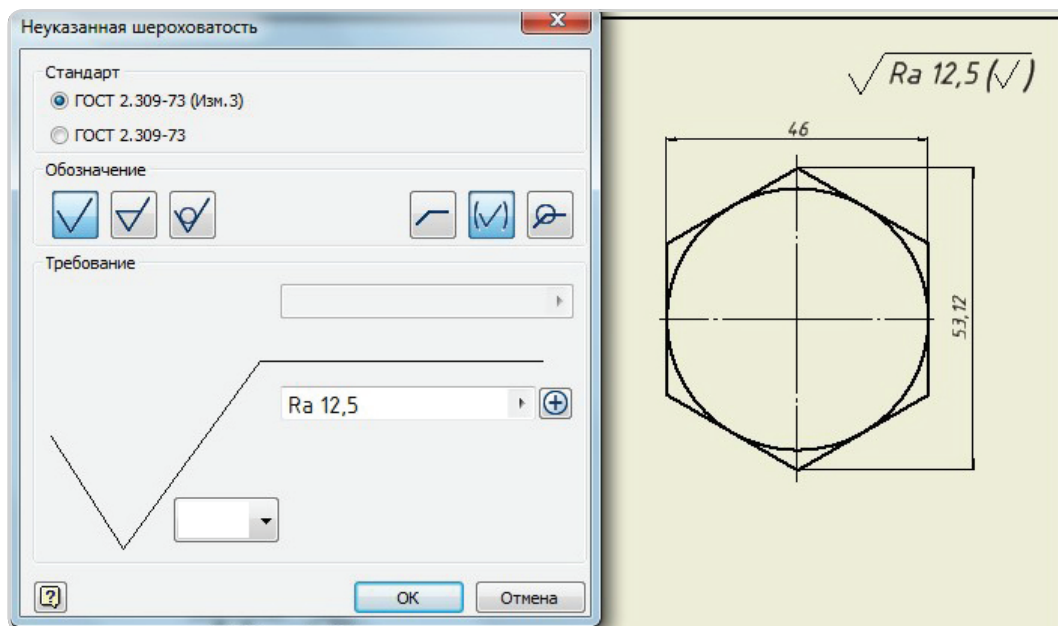


Рис. 3.39

Из вкладки Пояснение (ESKD) в панели Листы чертежа выберите команду Основная надпись. Заполните необходимые графы (рис. 3.40).

Изм.	Лист	№ докум.	Под...	Дата
Разраб.		Иванов		27.0...
Пров.		Петров		
Т. контр.				
Нач. отд.				
Т. контр.				
Утв.		Семенова		

2101.010 000.001

Пробка

Материал: Сталь 15Х ГС

Лит.: 0.2

Масса:

Масштаб: 2:1

УрФУ кафедра ИГ группа ЭН-1...

Рис. 3.40

Сохраните файл с чертежом детали.

На рис. 3.41 приведен рабочий чертеж детали Пробка.

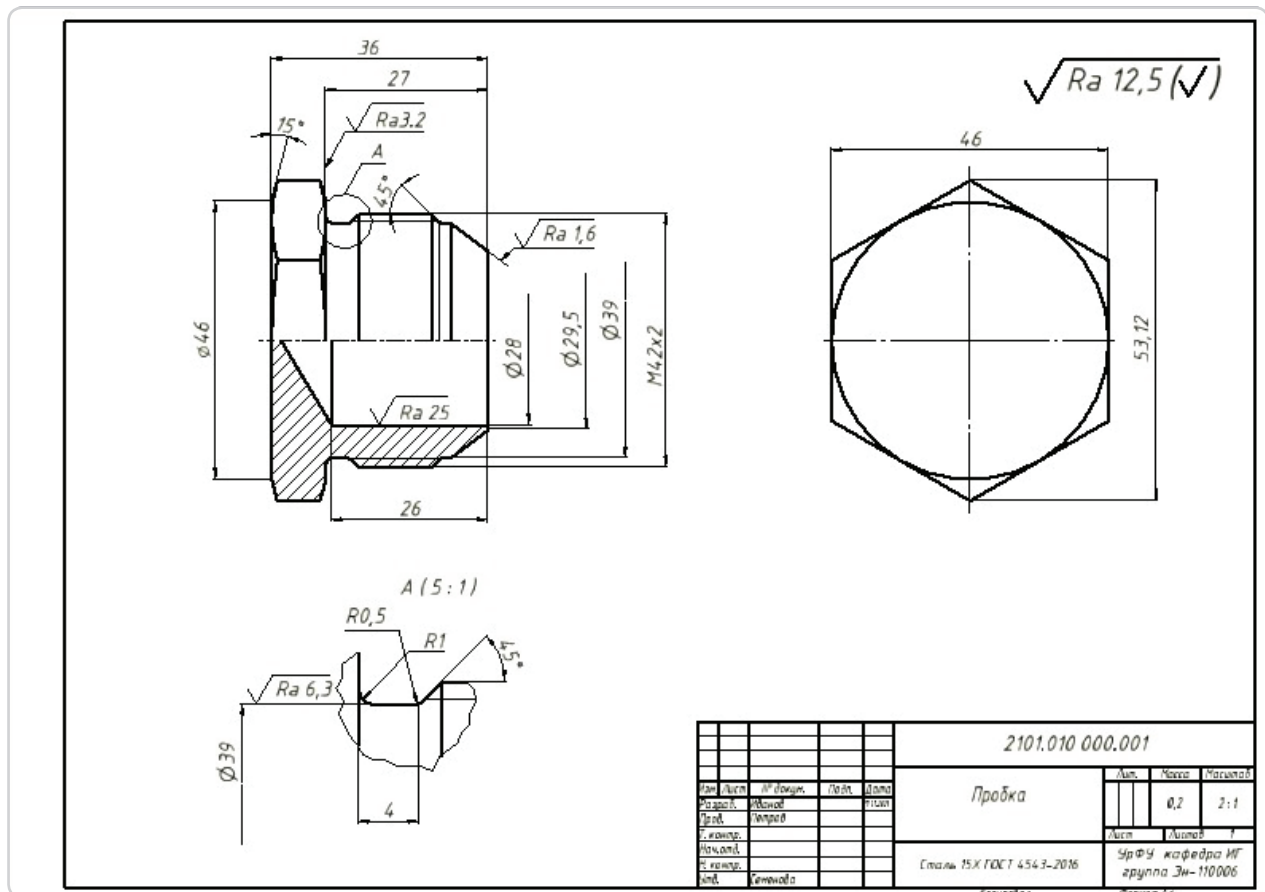


Рис. 3.41

Вопросы для самоконтроля к разделу 3

1. Какой вид на чертеже называется базовым в Autodesk Inventor?
2. Как выбирается главное изображение для шестигранника?
3. Почему не допускается повторять размеры на чертежах?
4. Что подразумевается под шероховатостью поверхности?
5. Как обозначается шероховатость поверхности на чертежах деталей?

4. Проектирование шпилечного соединения

Задание. Выполнить комплект конструкторских документов для шпилечного соединения фланца с корпусом.

Индивидуальные задания приведены в прил. 2, справочные материалы — в прил. 3.

Соединение состоит из корпуса, фланца, стандартных изделий шпильки, шайбы и гайки.

Задание выполняется по следующему алгоритму:

- 1) составление расчетно-пояснительной записки;
- 2) построение модели корпуса с резьбовым отверстием под шпильку;
- 3) выполнение рабочего чертежа корпуса;
- 4) построение модели фланца;
- 5) выполнение чертежа фланца;
- 6) построение модели шпилечного соединения;
- 7) выполнение сборочного чертежа и спецификации изделия.

4.1. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4. Первый лист имеет основную надпись по форме 2 согласно ГОСТ 2.104–2006. Вторым лист имеет основную надпись по форме 2а. Содержание первого листа представлено на рис. 4.1, второго листа — на рис. 4.2.

Рассмотрим последовательность оформления расчетно-пояснительной записки в Autodesk Inventor.

Создайте новый файл чертежа (рис. 4.3).

Выберите формат первого листа. Для этого на вкладке Пояснение (ESKD) в панели Листы чертежа примените команду Формат (рис. 4.4). В диалоговом окне укажите следующие параметры: Размер — А4; Основная надпись (ГОСТ 2.104–2006) — Форма 2. Нажмите ОК.

Для заполнения основной надписи на вкладке Пояснение (ESKD) из панели Листы чертежа выберите команду Основная надпись (рис. 4.5).

1. Длину шпильки рассчитываем по формуле:

$$L_{ш} = K + s + m + 0,3d,$$

где K – толщина присоединяемого фланца, мм;

s – толщина шайбы, мм;

m – высота гайки, мм;

$d_{ш}$ – номинальный диаметр шпильки, мм;

$0,3d_{ш}$ – запас длины стержня шпильки, мм.

По индивидуальному заданию:

шпилька вворачивается в алюминиевый корпус;

номинальный диаметр шпильки 24 мм, шаг резьбы

мелкий;

$K = 15$ мм;

толщина шайбы по ГОСТ 11371-78 в соответствии

с номинальным диаметром резьбы шпильки $s = 4$ мм;

высота гайки по ГОСТ 5915-70 в соответствии

с величиной номинального диаметра резьбы гайки

$m = 19$ мм.

$$L = 15 + 4 + 19 + 0,3 \times 24 = 45,2 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 22038-76 стандартную длину

шпильки 45 мм.

Шпилька М24х2х45.58 ГОСТ 22038-76

					3101.000 200.001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Соединение шпильчное	Лист	Листов
Разраб.		Годов		всего		?	?
Проб.		Годов					
Назнач.						УрФУ кафедра ИГ группа Эм-110006	
Н. контр.							
Утв.	Семёнова						

Копировал

Формат А4

Рис. 4.1

<p>2. Гайка М24х2.5 ГОСТ 5915-70</p> <p>3. Шайба 24.01 ГОСТ 11371-70</p> <p>4. Резьбовое отверстие в корпусе</p> <p>Длина резьбы в отверстии определяется по формуле:</p> $L_p = L_1 + 2P,$ <p>где L_1 – длина ввинчиваемого конца шпильки, мм;</p> <p>P – шаг резьбы, мм.</p> $L_1 = 2d_w, \text{ мм};$ $L_1 = 2 \times 24 = 48 \text{ мм.}$ <p>Глубина гнезда определяется по формуле:</p> $L_2 = L_1 + 6P, \text{ мм};$ $L_2 = 48 + 6 \times 2 = 60 \text{ мм.}$						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>Э101.000 200.001 ПЗ</p> <p style="font-size: small;">Копировал Формат А4</p>	<p style="font-size: small;">Листа</p> <p style="font-size: small;">2</p>

Рис. 4.2

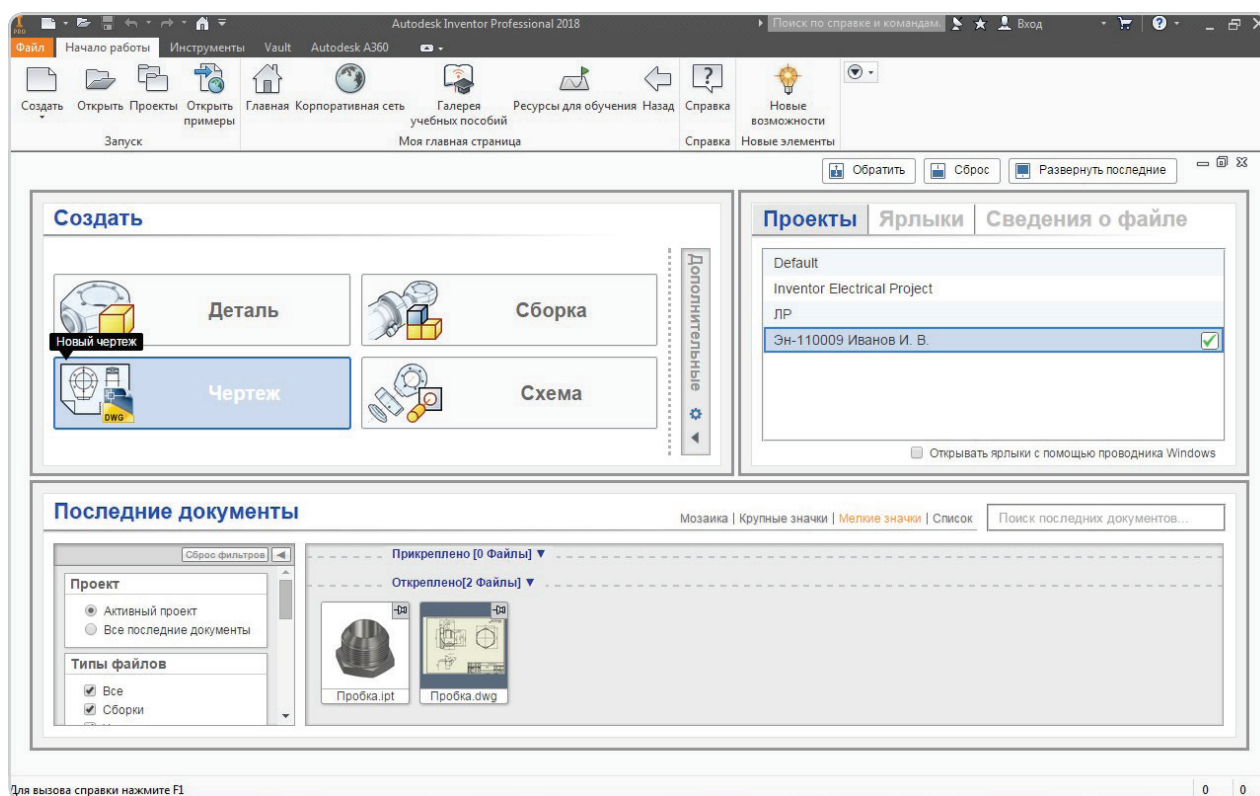


Рис. 4.3

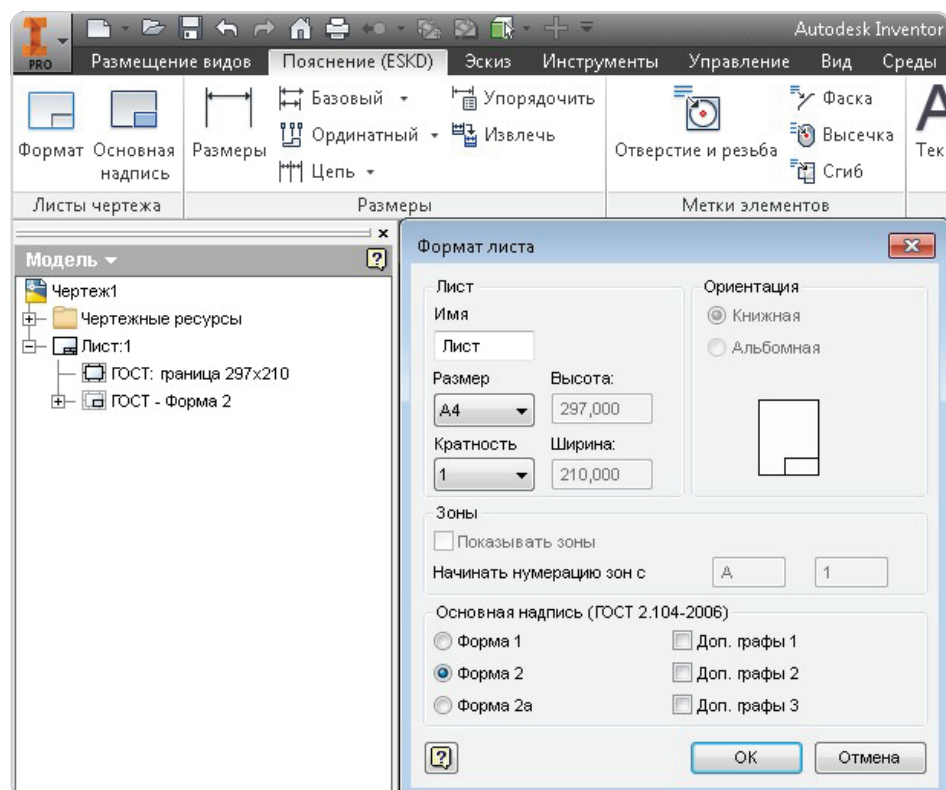


Рис. 4.4

4. Проектирование шпилечного соединения

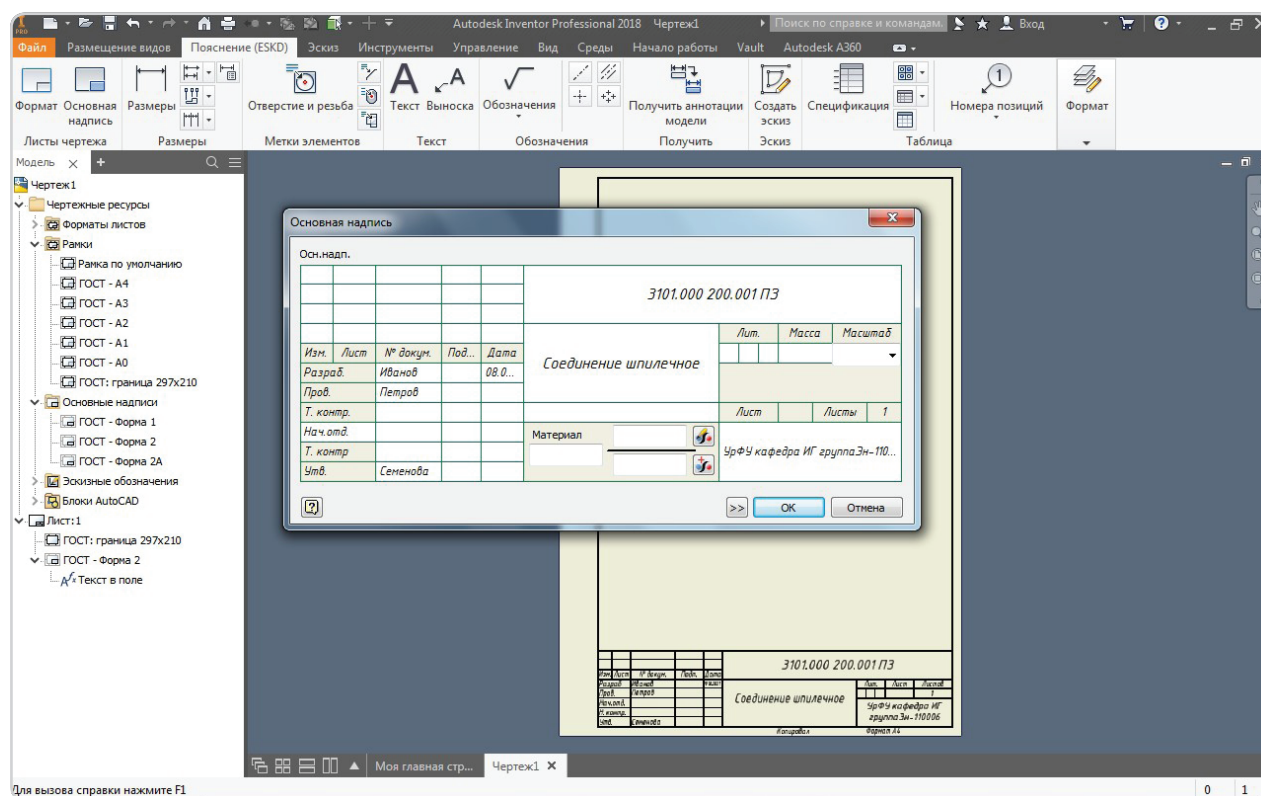


Рис. 4.5

Для создания второго листа перейдите на вкладку **Размещение видов** и примените команду **Создать лист** (рис. 4.6). В браузере появляется Лист 2 с основной надписью 2, которую нужно удалить и заменить на ГОСТ — Форма 2а из папки браузера **Чертежные ресурсы** (рис. 4.7).

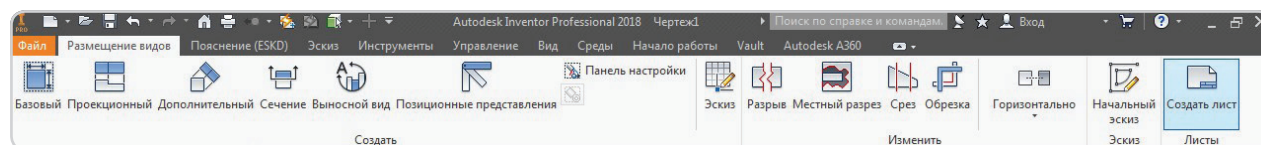


Рис. 4.6

Для создания текста используйте команду **Текст** во вкладке **Пояснение (ЕСКД)**. В диалоговом окне **Редактирование текста** задайте следующие параметры: **Стиль** — Обычный текст (ГОСТ); **Шрифт** — GOST Common (курсив); **Размер** — 5,00 мм; **Интервал** — Полуторный (рис. 4.8).

Сохраните пояснительную записку.

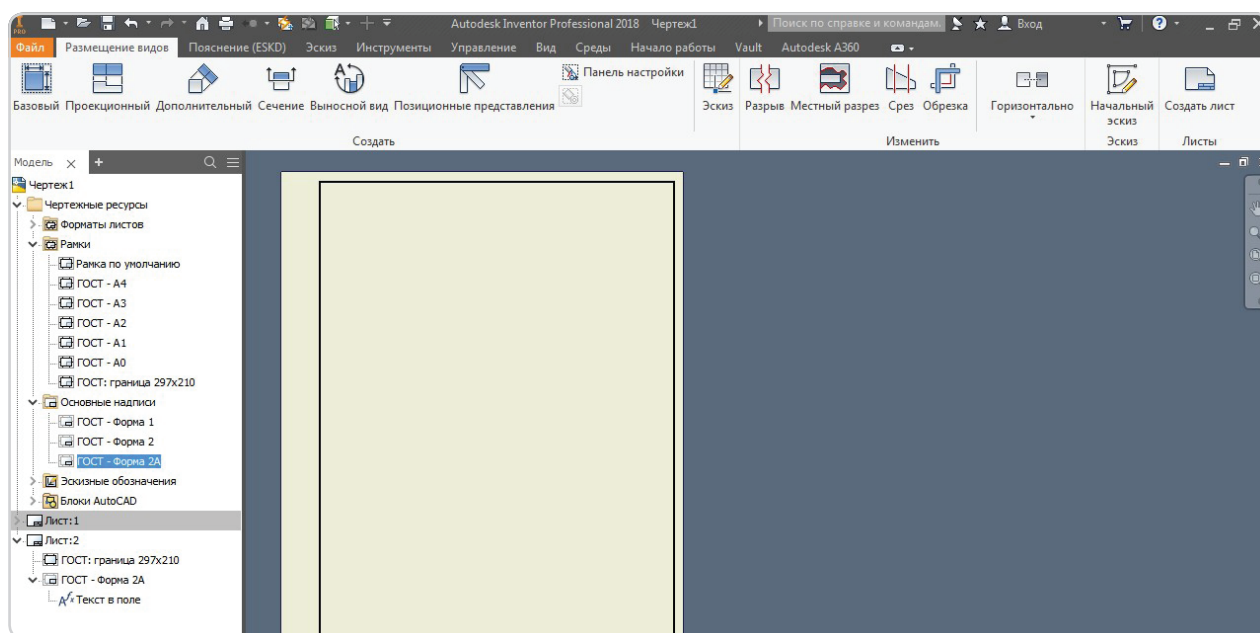


Рис. 4.7

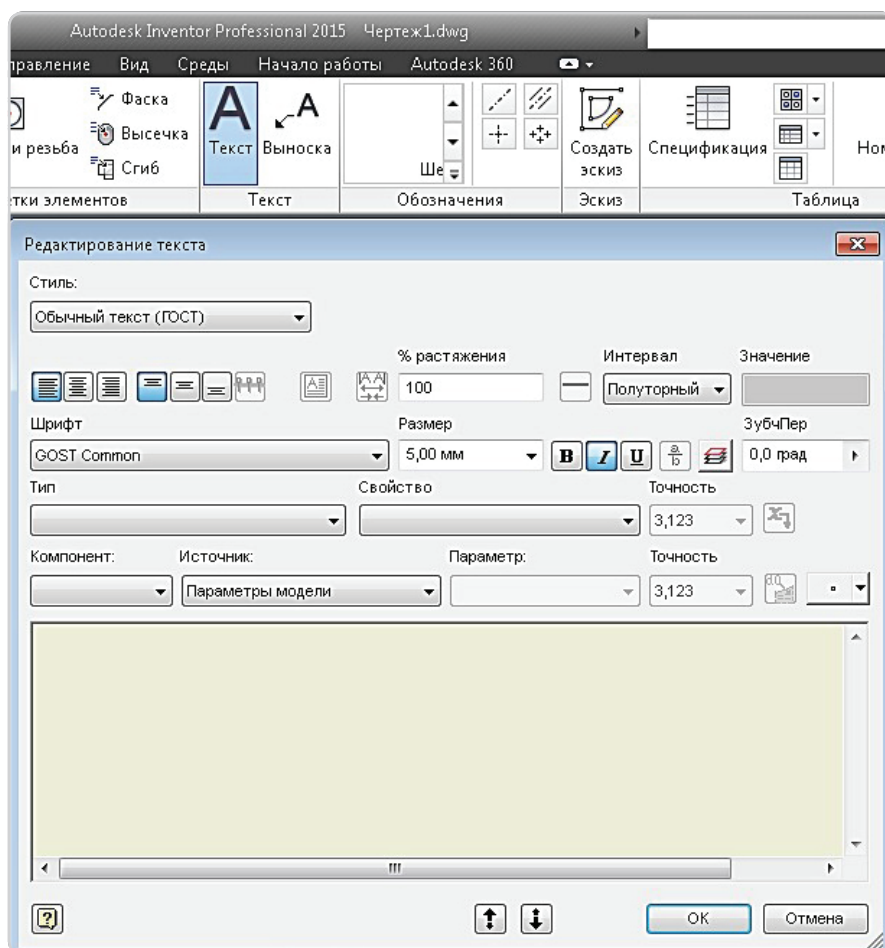


Рис. 4.8

4.2. Модель корпуса с резьбовым отверстием под шпильку

Корпус имеет цилиндрическую форму, диаметр равен $4d$ шпильки, длина равна $2L_1$ ввинчивания шпильки в корпус (см. 4.1). Корпус создайте командой Выдавливание (рис. 4.9).

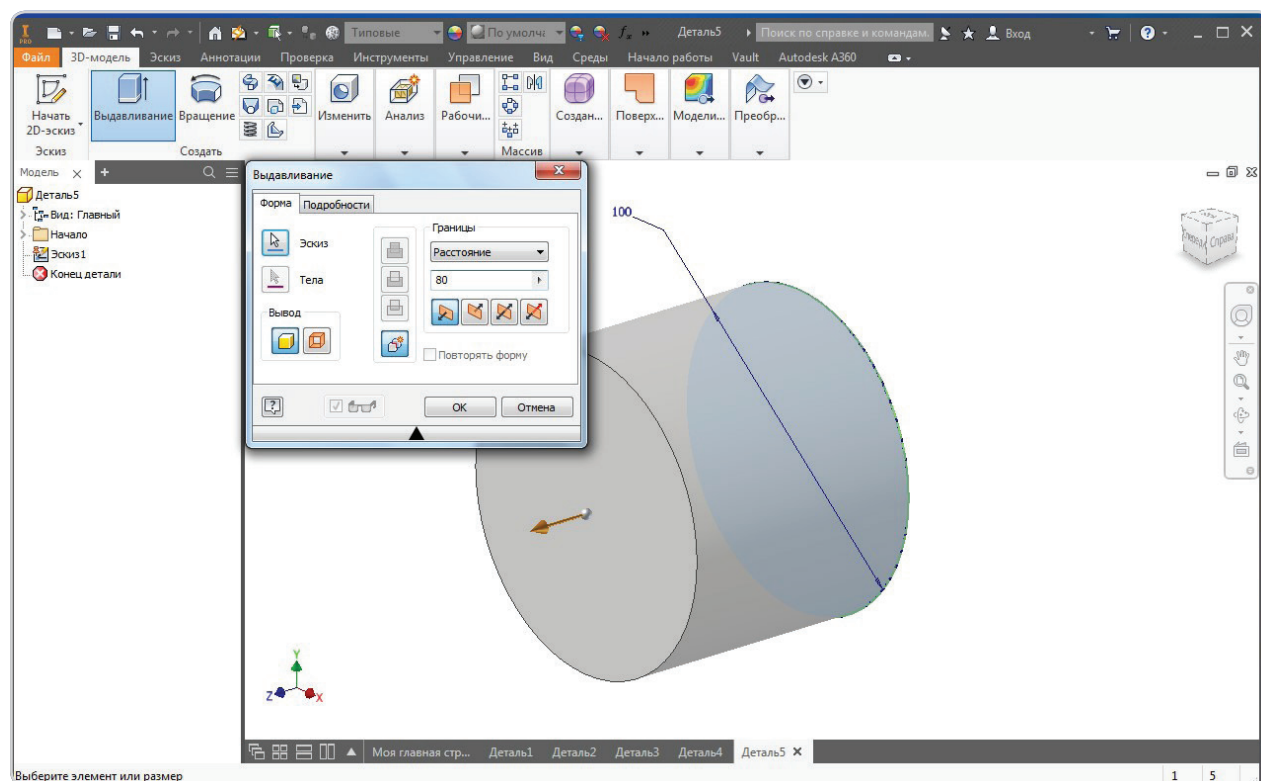


Рис. 4.9

Размеры резьбового отверстия в корпусе определены расчетами в соответствии с индивидуальным заданием и приведены в расчетно-пояснительной записке (см. 4.1). Отверстие выполните командой Отверстие. В диалоговом окне задайте следующие параметры: Размещение — Концентрично; Тип резьбы — ISO метрическая; Размер — 24; Обозначение — M24x2; Глубина отверстия — 60 мм; Длина резьбы — 52 мм (рис. 4.10).

В Свойствах Inventor выберите материал детали — Алюминий. Сохраните модель корпуса. На рис. 4.11 представлен корпус с резьбовым отверстием в соответствии с заданными параметрами.

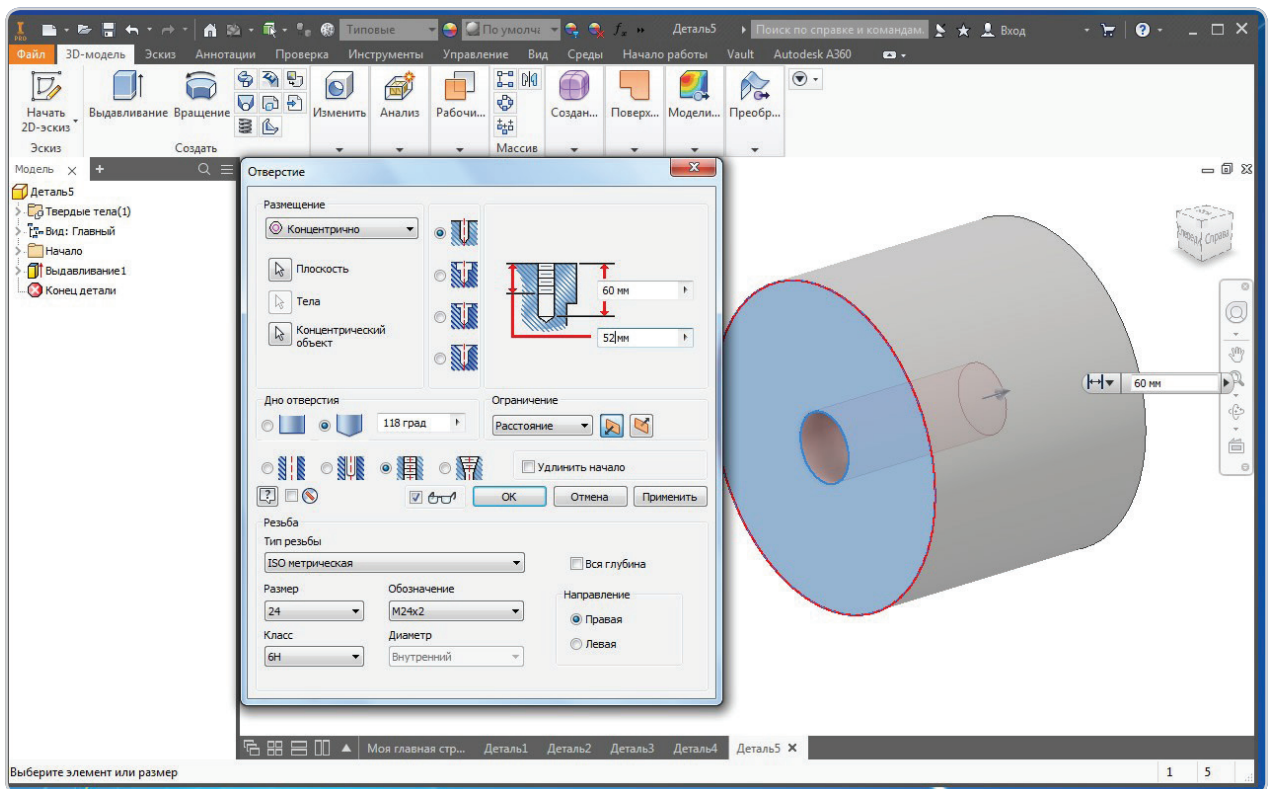


Рис. 4.10

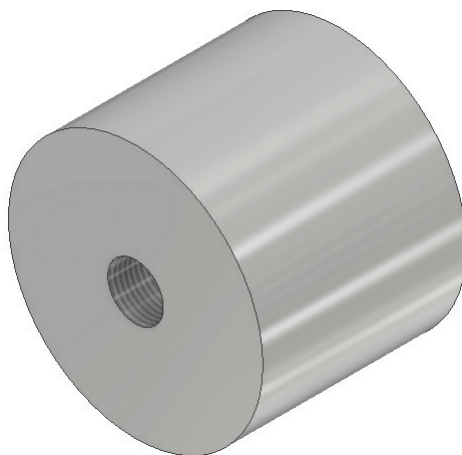


Рис. 4.11

4.3. Чертеж корпуса с резьбовым отверстием под шпильку

Создайте новый файл чертежа (рис. 4.12).

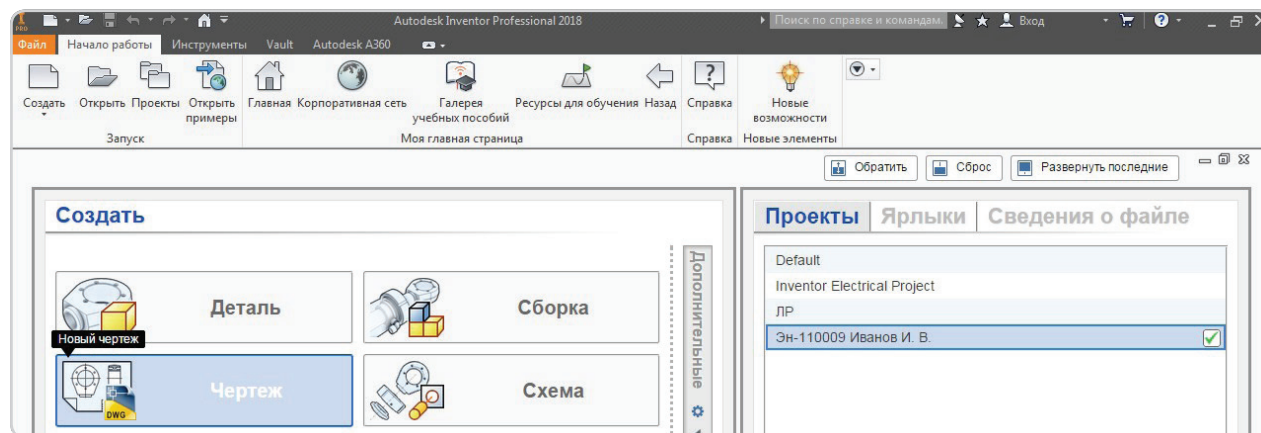


Рис. 4.12

Чертеж выполните на формате А3, который открывается по умолчанию. Во вкладке Размещение видов примените команду Базовый. Базовый вид — это вид спереди, сразу же постройте проекционный вид слева (рис. 4.13).

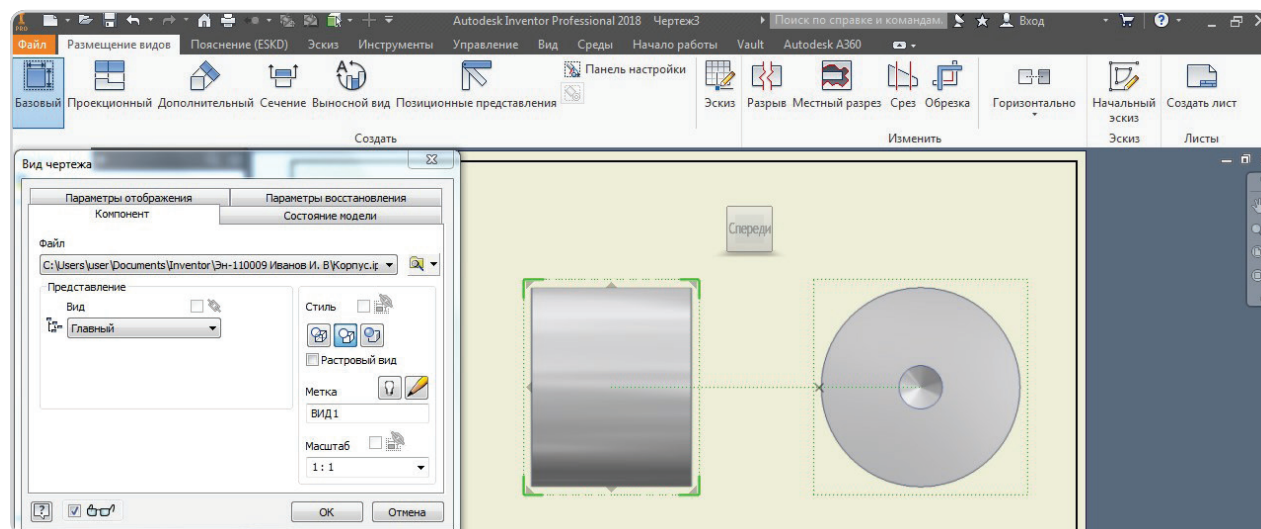


Рис. 4.13

На месте вида спереди выполните полный фронтальный разрез по плоскости симметрии детали. Фронтальный разрез выполните с помощью команды Местный разрез. Прежде всего на месте вида создайте новый эскиз для замкнутого контура, который ограничивает местный разрез. Последовательность операций понятна из рис. 4.14–4.16.

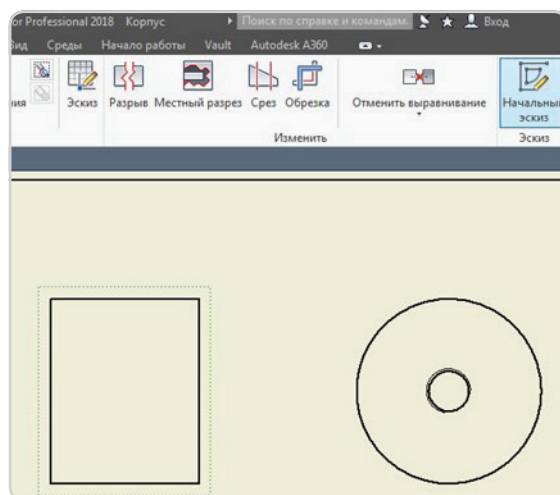


Рис. 4.14

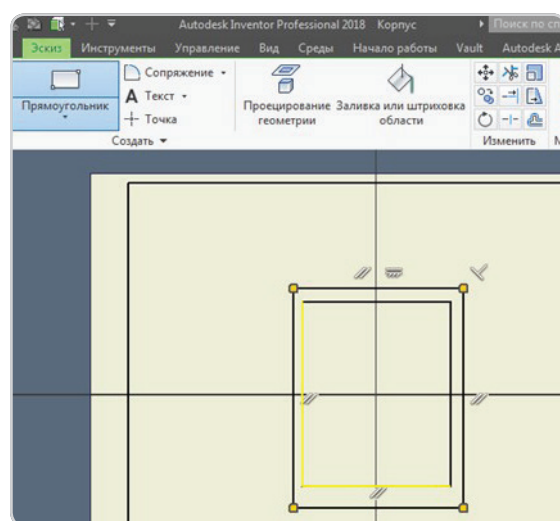


Рис. 4.15

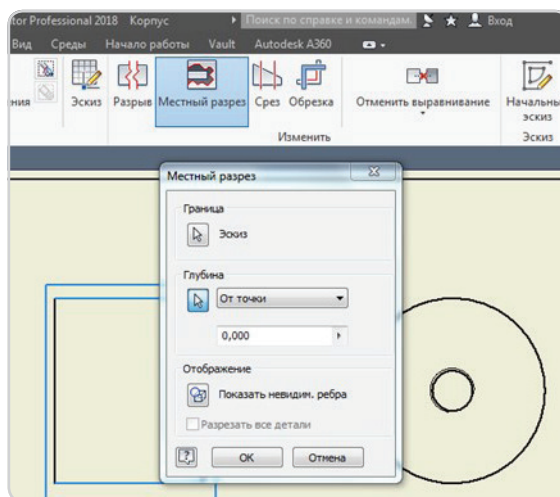


Рис. 4.16

На рис. 4.17 приведены изображения, передающие форму детали: фронтальный разрез на месте главного изображения и вид слева.

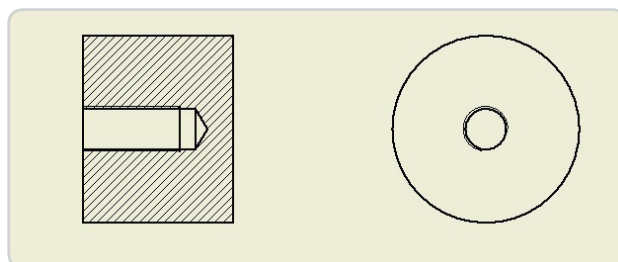


Рис. 4.17

Рабочий чертеж корпуса в соответствии с ГОСТ 2.109–73 содержит изображения, размеры, данные о материале корпуса. Для завершения чертежа проведите осевую и центровые линии, проставьте размеры, заполните основную надпись. Чертеж корпуса приведен на рис. 4.18.

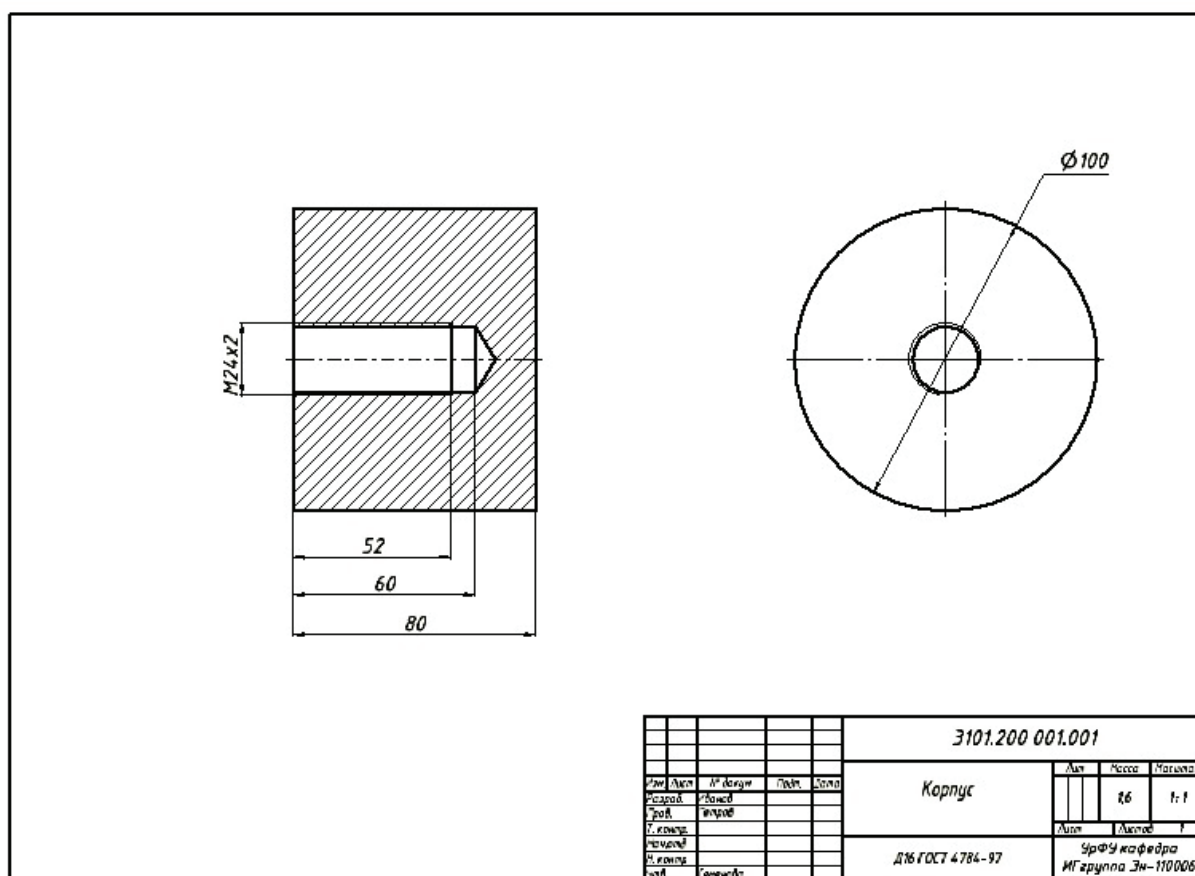


Рис. 4.18

4.4. Модель фланца

Цилиндрический фланец создайте выдавливанием окружности. Фланец на примере имеет следующие размеры в соответствии с индивидуальным заданием: диаметр окружности — 100 мм (аналогично корпусу), толщина фланца — 15 мм.

На рис. 4.19 приведен пример выполнения отверстия в модели фланца. Отверстие выполните командой **Отверстие**. В диалоговом окне задайте следующие параметры: Размещение — **Концентрично**; Диаметр отверстия — **Под болт** (диаметр отверстия должен быть больше номинального диаметра шпильки); Стандарт — **ISO**; Размер — **M24**; Ограничение — **Насквозь**. Нажмите **OK**.

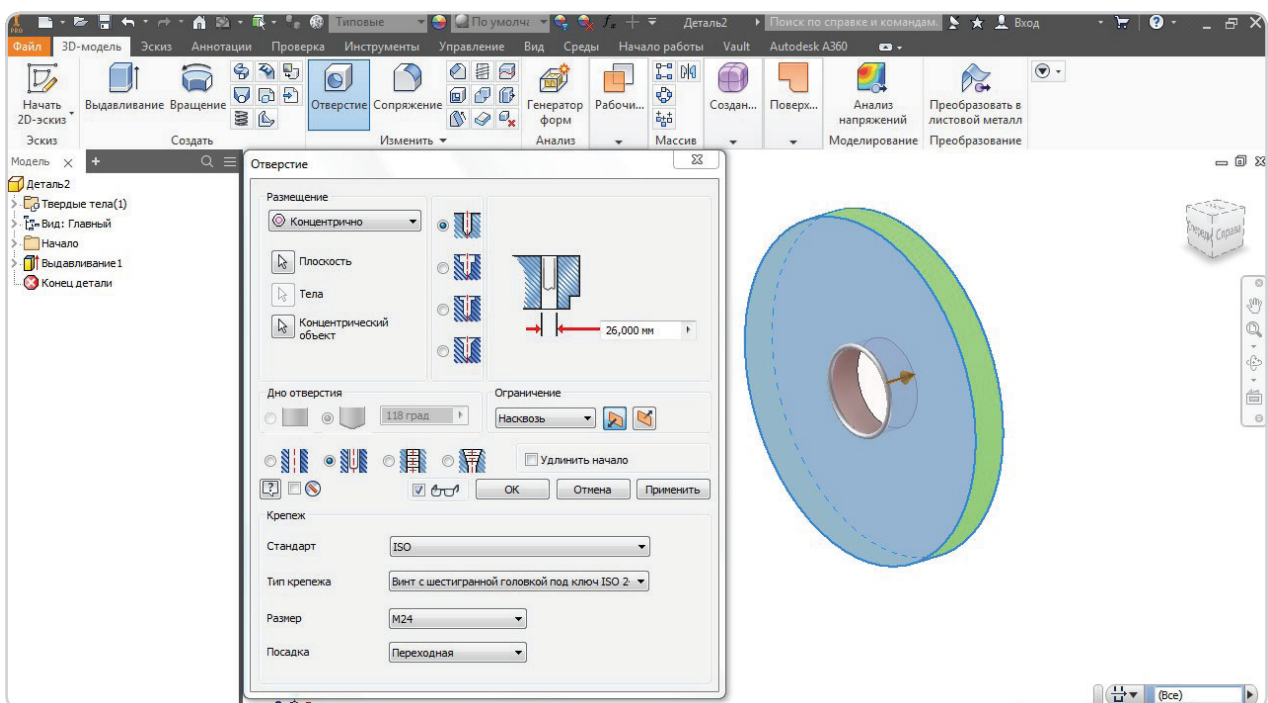


Рис. 4.19

Сохраните модель фланца.

4.5. Чертеж фланца

Чертеж фланца выполните на формате A4, поскольку достаточно одного изображения с указанием толщины детали.

В диалоговом окне *Вид чертежа* выберите следующие параметры: Базовый вид — **Спереди**; Стил — **Без указания невидимых линий**; Масштаб — **1 : 1** (рис. 4.20).

На рис. 4.21 приведен рабочий чертеж фланца.

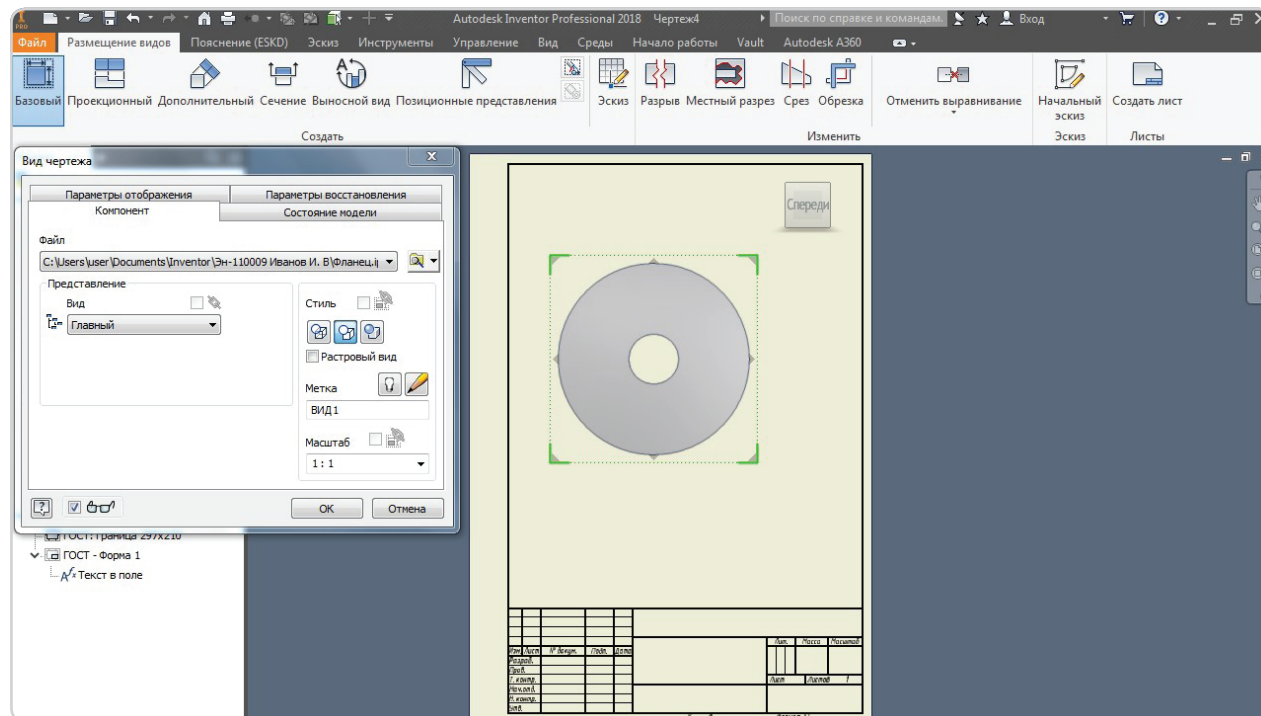


Рис. 4.20

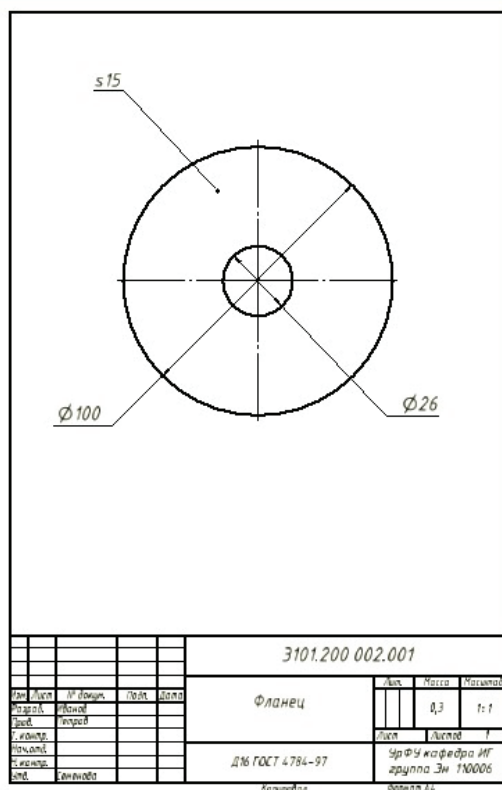


Рис. 4.21

4.6. Модель шпилечного соединения

Во вкладке Начало работы выберите Сборка (окно Создать) (рис. 4.22).

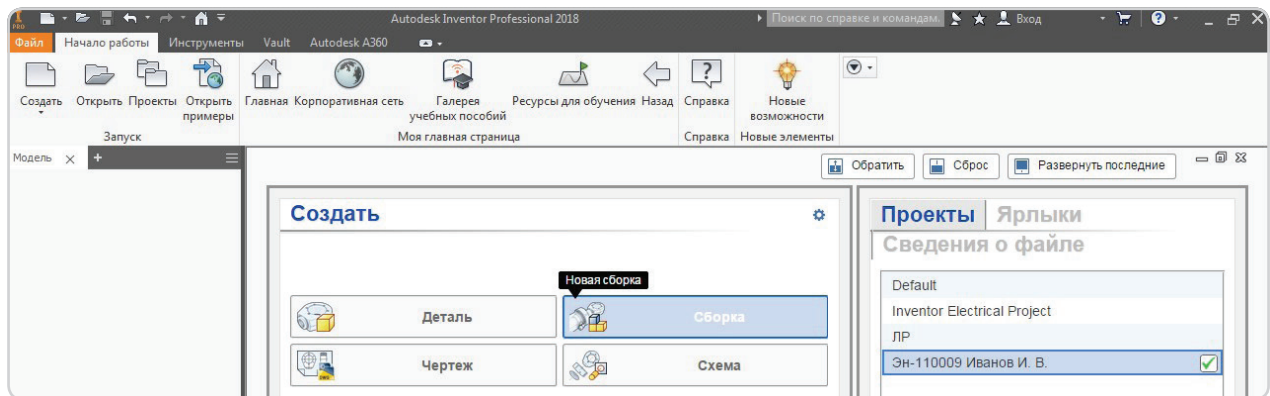


Рис. 4.22

Модель шпилечного соединения (сборки) удобно создавать в последовательности, которая соответствует порядку сборки изделия. Во вкладке Сборка командой Вставить компонент откройте модель Корпус (рис. 4.23).

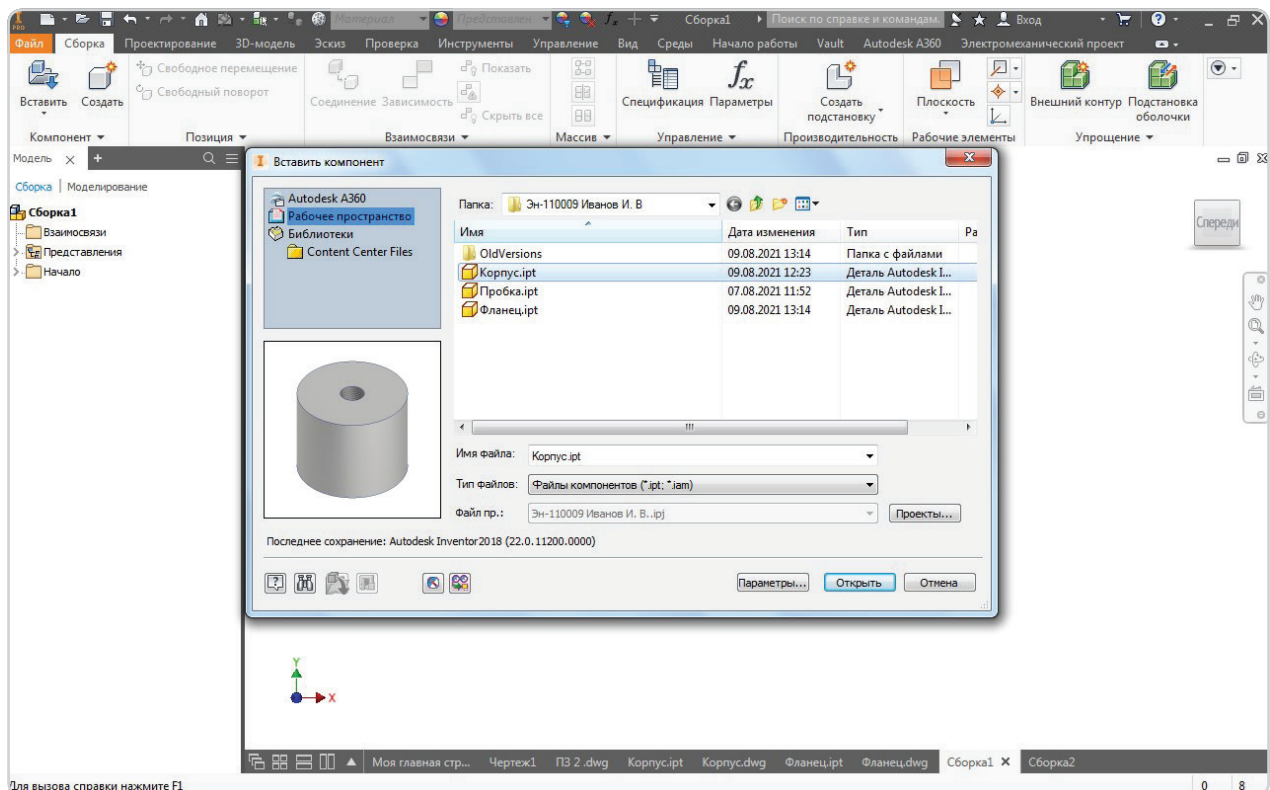


Рис. 4.23

Выберите из Библиотеки компонентов необходимую шпильку. Параметры шпильки должны соответствовать расчетам в пояснительной записке (рис. 4.24).

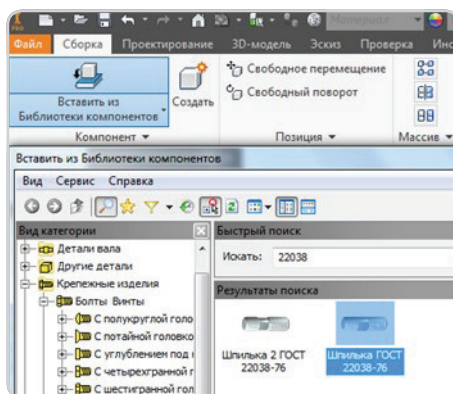


Рис. 4.24

Вверните шпильку в резьбовое гнездо корпуса. Для этого подведите курсор к резьбовому отверстию, выделите острую кромку и щелкните левой кнопкой мыши. В контекстном меню выберите Применить, Завершить текущую вставку (рис. 4.25).



Рис. 4.25

В среде Сборка откройте модель Фланец (рис. 4.26).

Для совмещения фланца с корпусом используйте команду Зависимость (панель Взаимосвязи). В диалоговом окне укажите Тип — Вставка (рис. 4.27).

Далее установите шайбу в соответствии с выбранной шайбой в пояснительной записке. Используйте команду Вставить из Библиотеки компонентов (рис. 4.28, 4.29).

Затем установите гайку (рис. 4.30, 4.31).

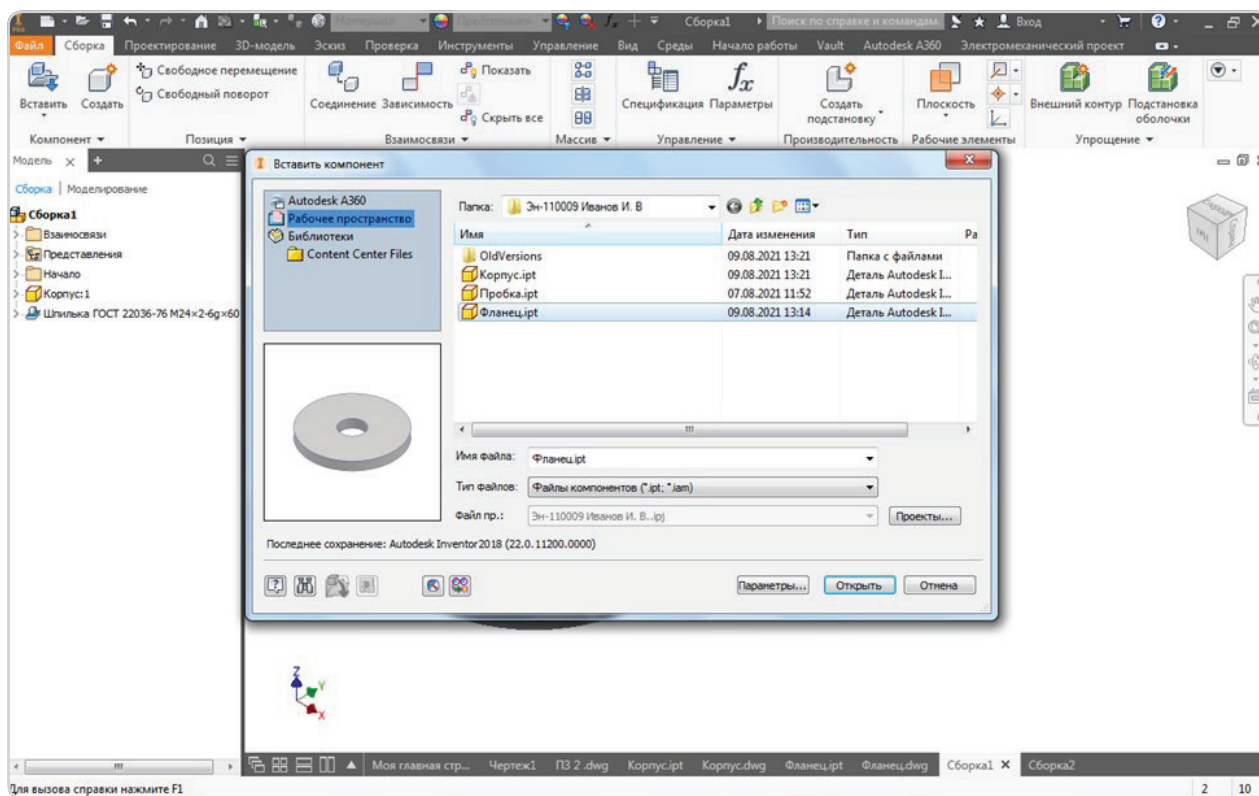


Рис. 4.26

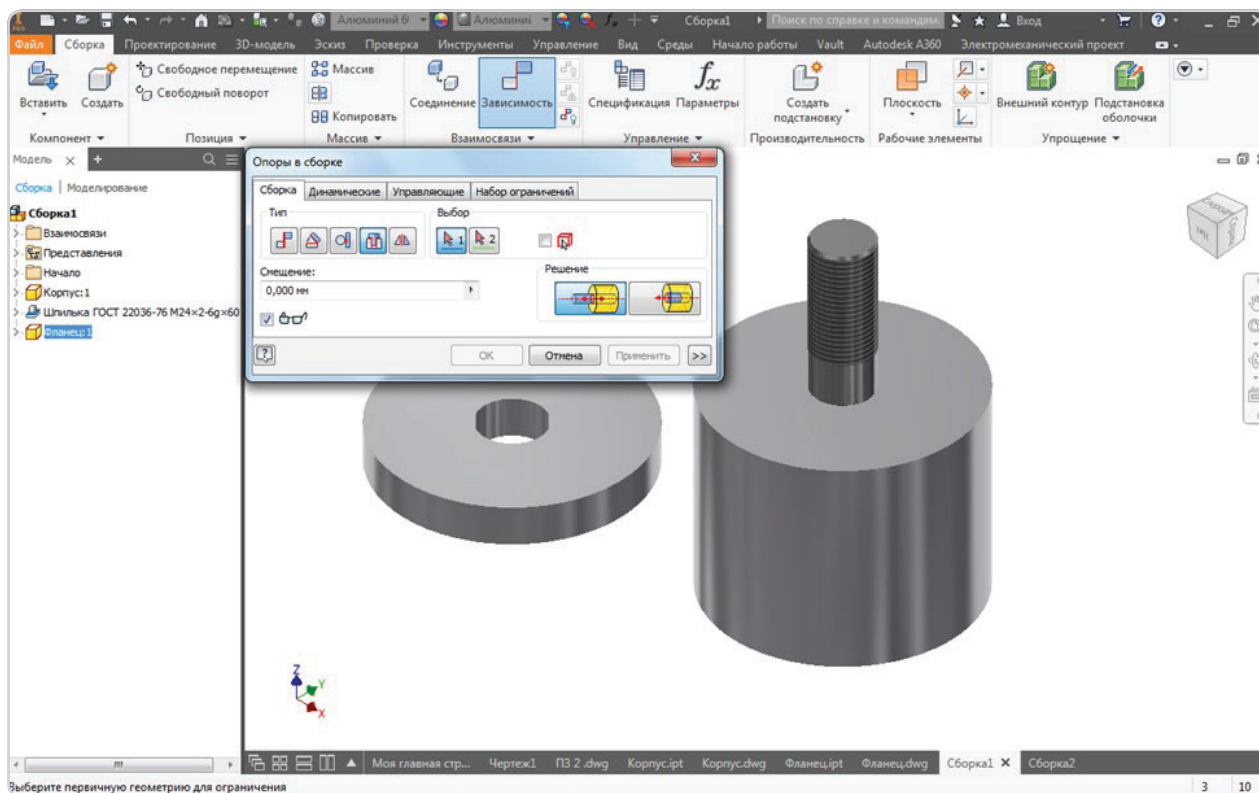


Рис. 4.27

4. Проектирование шпилечного соединения

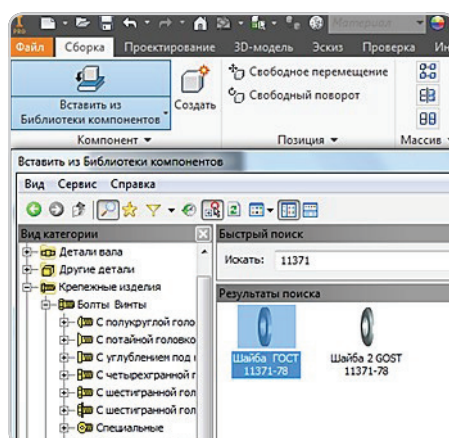


Рис. 4.28

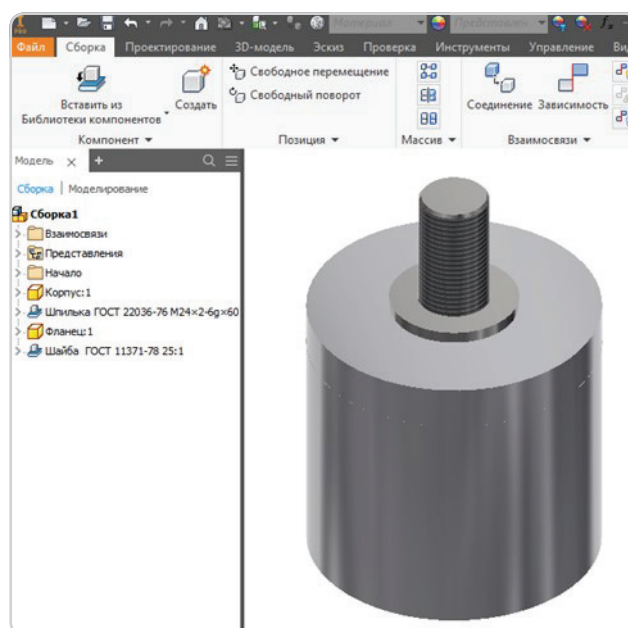


Рис. 4.29

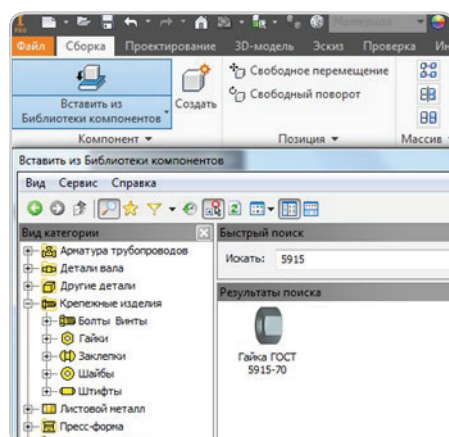


Рис. 4.30



Рис. 4.31

Сохраните модель сборки как Соединение шпилечное. Выберите положение сборки на главном изображении чертежа, повернув модель горизонтально так, чтобы у гайки было видно 3 грани. Затем выделите грань Видового куба правой клавишей мыши и в раскрывшемся меню выберите Установить текущий вид — Спереди (рис. 4.32).

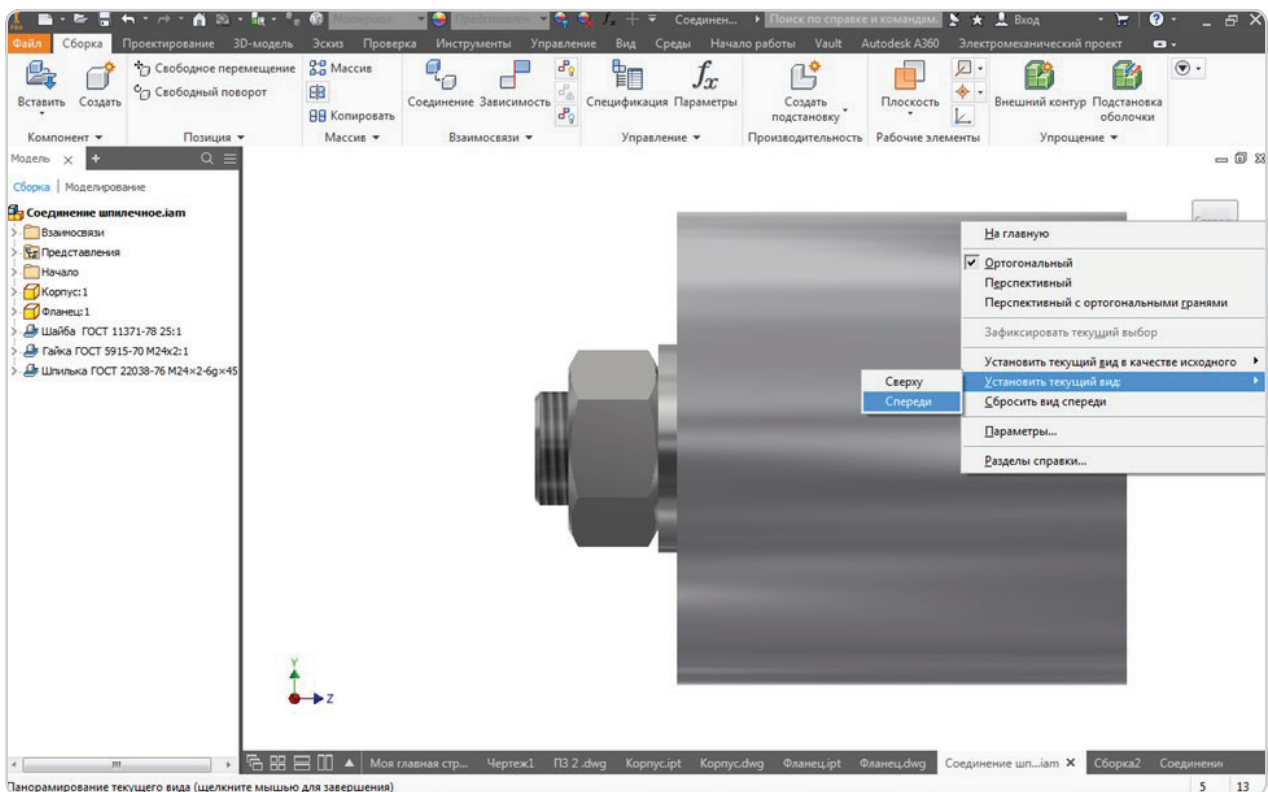


Рис. 4.32

4.7. Сборочный чертеж и спецификация шпилечного соединения

Перейдите в среду Чертеж. Откройте файл сборки Соединение шпилечное. Создайте Базовый вид — это будет вид Спереди, постройте вид слева (рис. 4.33).

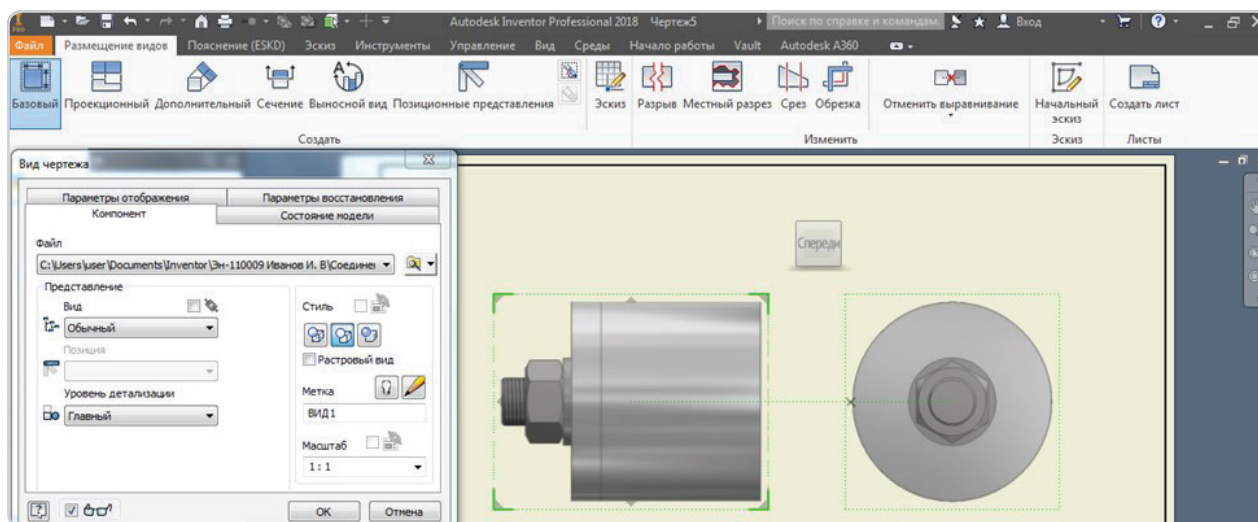


Рис. 4.33

На главном изображении выполните полный фронтальный разрез, используя команду Местный разрез. Крепежные детали показываются нерассеченными. Для того чтобы изобразить резьбу, откройте контекстное меню и выберите Показать резьбу (рис. 4.34).

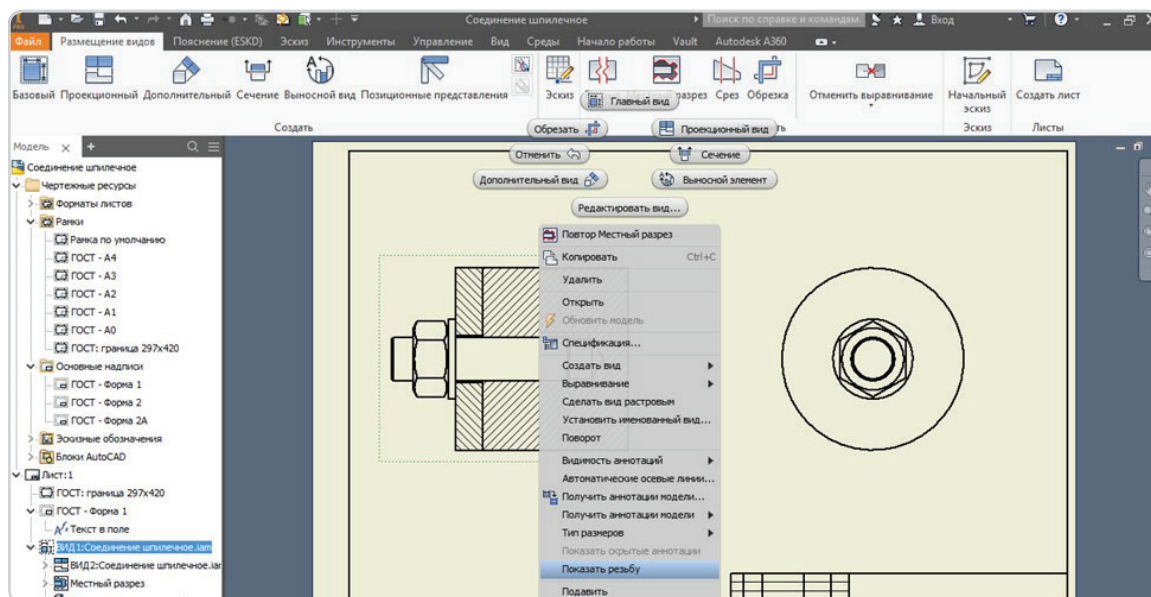


Рис. 4.34

Проведите осевую и центровые линии (рис. 4.35).

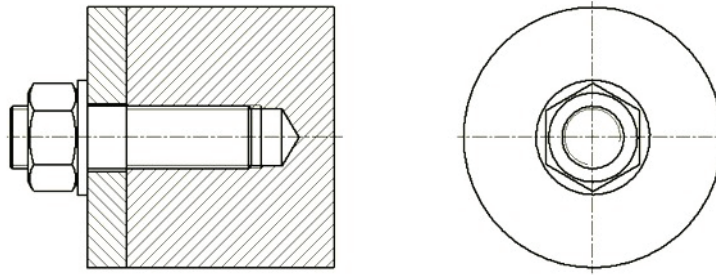


Рис. 4.35

Сборочный чертеж в соответствии с ГОСТ 2.109–73 должен содержать номера позиций составных частей согласно спецификации. Во вкладке Пояснение (ESKD) выберите команду Спецификация. На вопрос в диалоговом окне Включить вид спецификации? ответьте ОК (рис. 4.36)

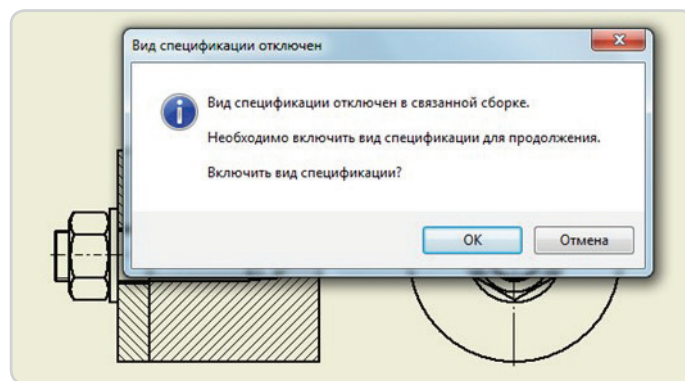


Рис. 4.36

Появляется окно Список деталей (рис. 4.37). Содержание списка нужно доработать в соответствии с ГОСТ Р 2.106–2019

Заполните столбец ФОРМАТ у сборочного чертежа и деталей; название деталей перенесите в столбец ОПИСАНИЕ, а в столбце ОБОЗНАЧЕНИЕ внесите номера чертежей корпуса и фланца; стандартные изделия отсортируйте по алфавиту; после перемещения стандартных изделий нужно изменить последовательность номеров позиций, нажав соответствующую кнопку. Доработанный список деталей (спецификация изделия) приведен на рис. 4.38.

Во вкладке Пояснение (ESKD) выберите команду Номера позиций и укажите в диалоговом окне Вид спецификации — Структурированный (рис. 4.39).

Сборочный чертеж приведен на рис. 4.40, спецификация к нему — на рис. 4.41.

4. Проектирование шпилечного соединения

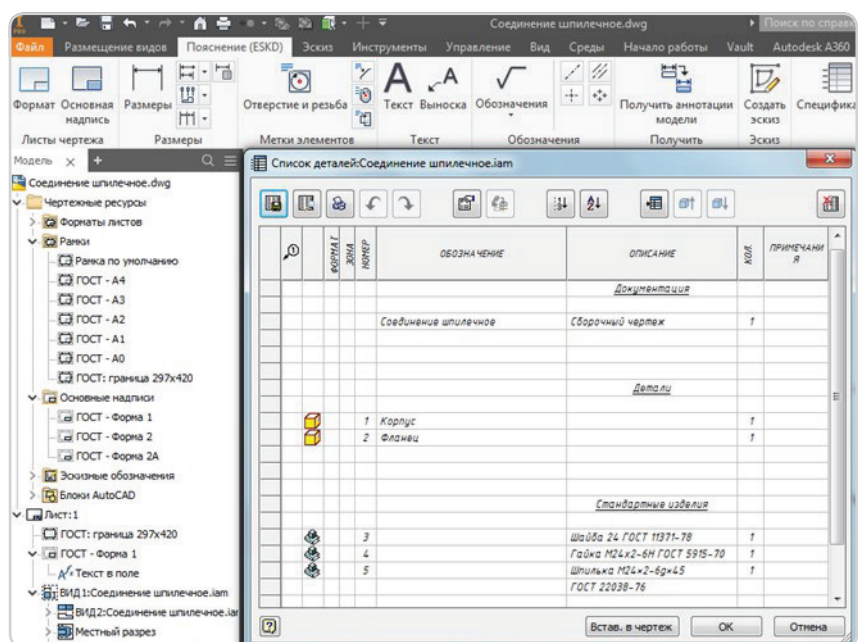


Рис. 4.37

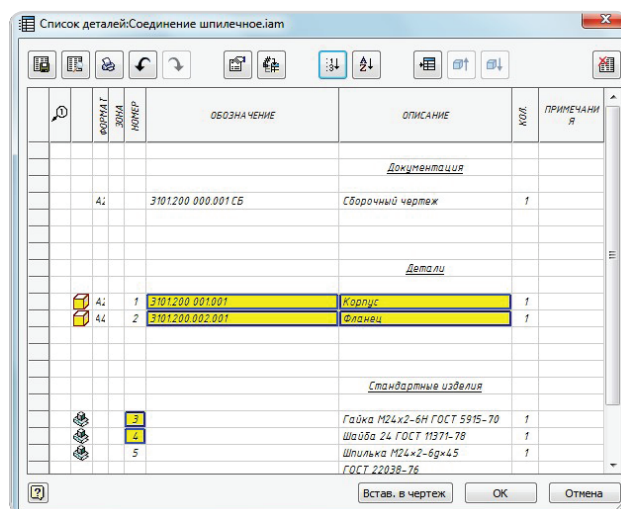


Рис. 4.38

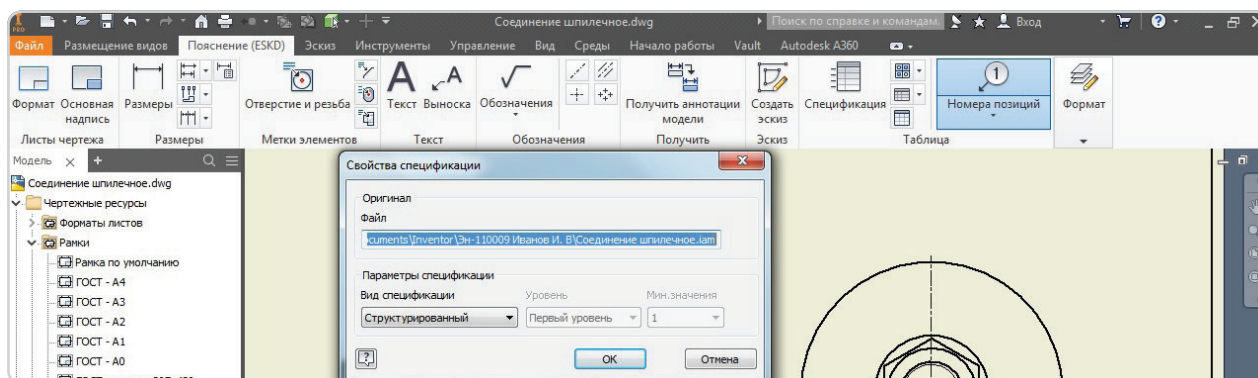


Рис. 4.39

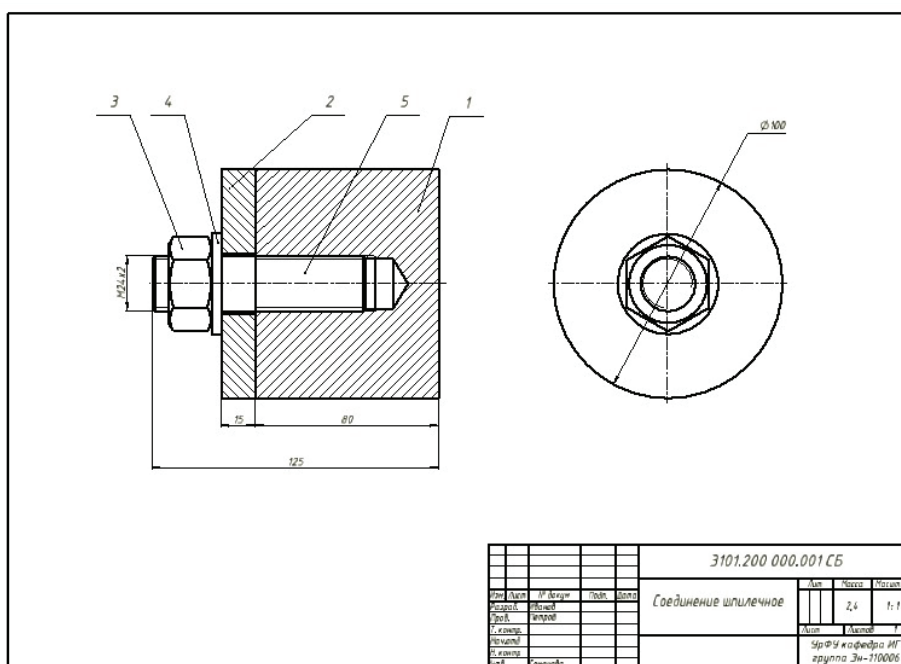


Рис. 4.40

[illegible]

Рис. 4.41

Вопросы для самоконтроля к разделу 4

1. Как условно обозначаются шпильки?
2. Как определяется глубина резьбового отверстия под шпильку?
3. От чего зависит длина резьбы ввинчиваемого в деталь конца шпильки?
4. В каком порядке записываются стандартные изделия в спецификации?
5. Можно ли изменять размеры деталей из библиотеки компонентов Autodesk Inventor, входящих в сборку?

5. Проектирование сварной конструкции

Задание. Выполнить комплект конструкторских документов для изготовления сварной конструкции, состоящий из модели изделия и его сборочного чертежа, спецификации, рабочих чертежей деталей, входящих в сварную конструкцию.

Индивидуальные задания приведены в прил. 4, справочные материалы — в прил. 5.

В машиностроении при проектировании сборок в системе автоматизированного проектирования (САПР) нашли применение несколько методик:

- 1) использование существующих компонентов — каждый файл детали, входящей в сборку, проектируется отдельно; созданные детали размещаются в сборке, и на них накладываются зависимости относительно других деталей;
- 2) проектирование компонентов по месту — все компоненты сборки проектируются в ее контексте, и по мере проектирования каждого компонента применяются сборочные зависимости;
- 3) группирование компонентов с использованием входящих сборок.

Приведем некоторые рекомендации:

- 1) можно применять все три подхода к проектированию сборки и переходить от одного к другому в любое время;
- 2) можно начать проектирование сборки одним методом, а затем продолжить его другим;
- 3) оптимальный способ проектирования выбирается для каждой конкретной задачи.

Рассмотрим алгоритм проектирования сварного изделия, состоящего из сваренных между собой деталей: плиты, втулки и четырех ребер.

5.1. Модель сварной конструкции

Сборка начинается с создания базовой детали. Базовой исходной деталью выберите Плиту. Конструкция этой детали простая, поэтому построение ее модели не требует пояснений (рис. 5.1)

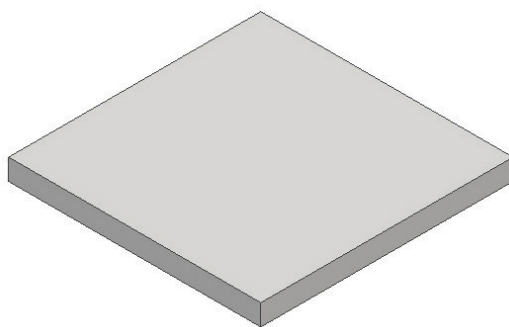


Рис. 5.1

Перейдите в среду Сборка (рис. 5.2).

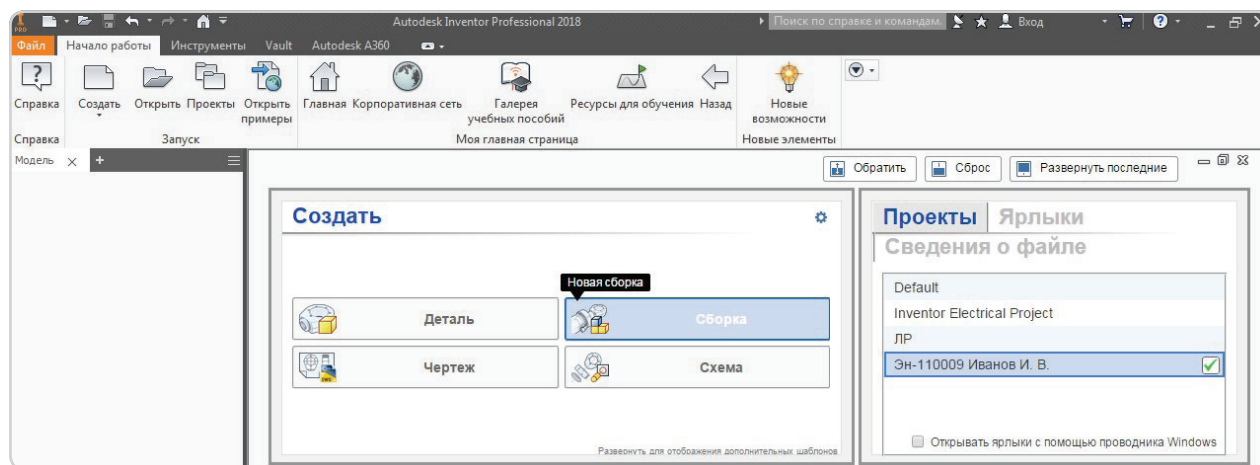


Рис. 5.2

Разместите компонент в сборке при помощи инструмента Вставить, откройте ранее созданную модель Плита (рис. 5.3).

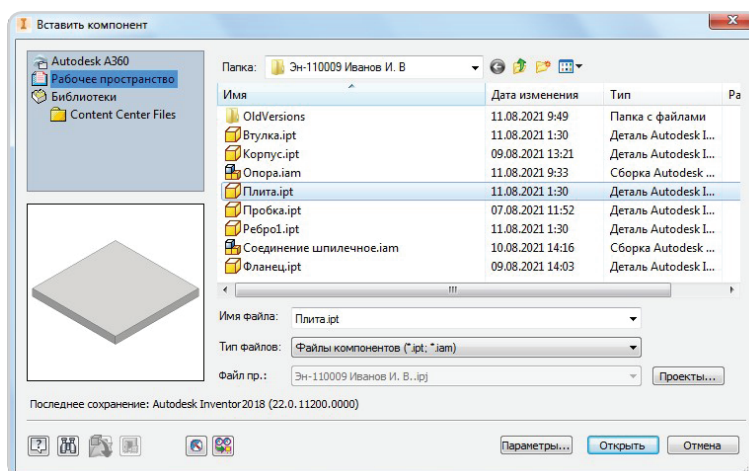


Рис. 5.3

Новый компонент сварной конструкции создайте, находясь в среде Сборка, выберите команду Создать. В диалоговом окне Создание компонента по месту укажите следующие параметры: Имя нового компонента — Втулка; Шаблон — Обычный.ipt; Расположение нового файла — по умолчанию; Структура спецификации по умолчанию — Обычный (рис. 5.4).

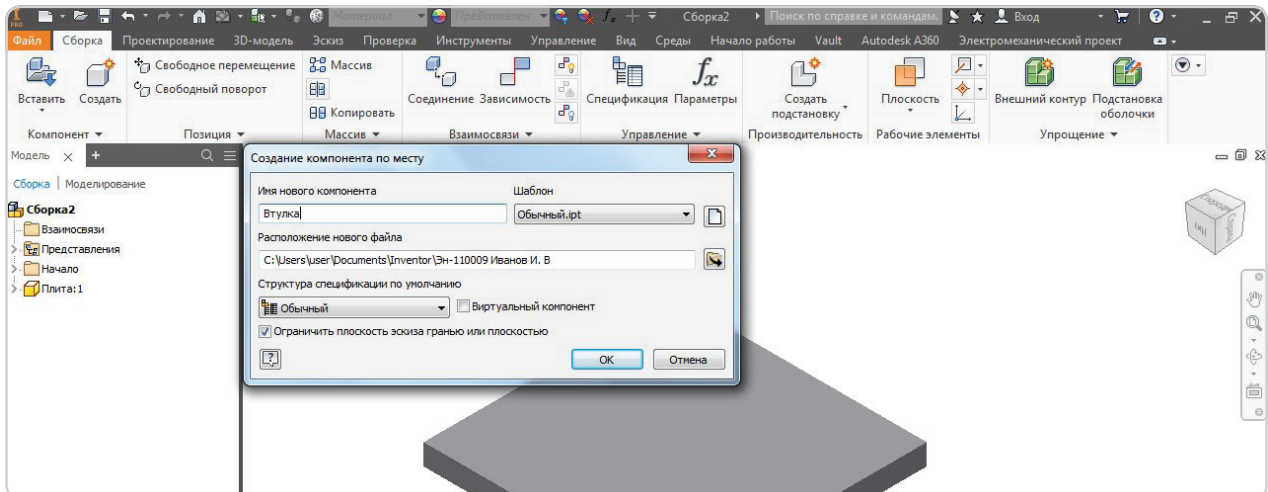


Рис. 5.4

Во вкладке 3D-модель выберите команду Начать 2D-эскиз и задайте плоскость эскиза, например Плоскость XY (рис. 5.5).

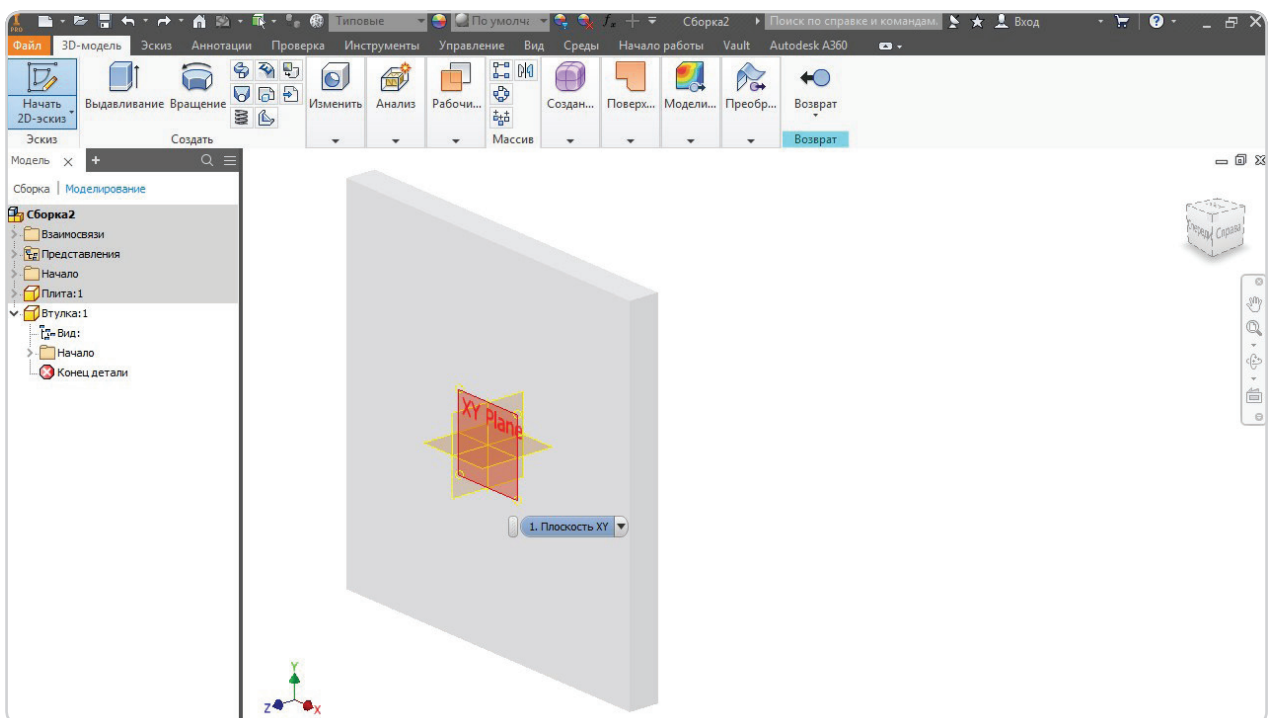


Рис. 5.5

Из рис. 5.6 понятно, как создается деталь Втулка.

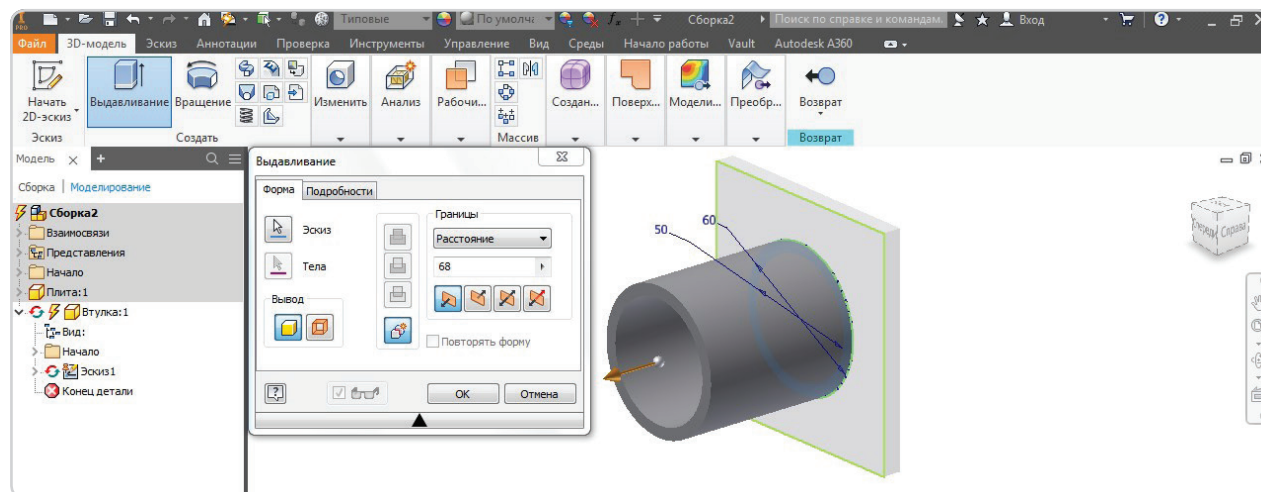


Рис. 5.6

После создания модели не забудьте завершить редактирование. Откройте контекстное меню, выберите Закончить редактирование и таким образом вернитесь в среду Сборка для создания остальных компонентов (рис. 5.7)

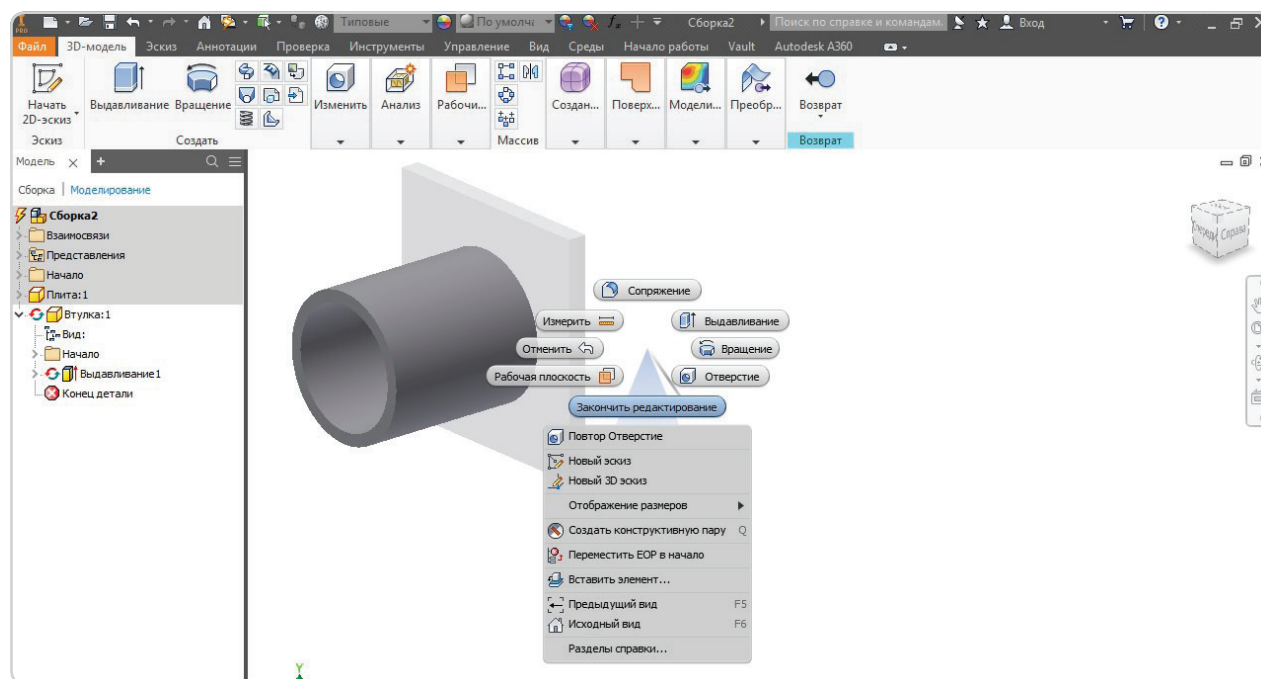


Рис. 5.7

Переходите к созданию деталей Ребра. Во вкладке Сборка открыты созданные Плита и Втулка. Для создания детали Ребро во вкладке Сборка выберите команду Создать (рис. 5.8).

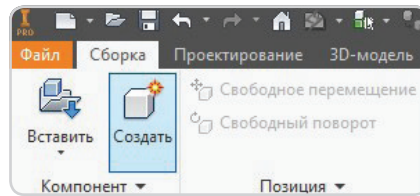


Рис. 5.8

В диалоговом окне Создание компонента по месту укажите следующие параметры: Имя нового компонента — Ребро; Шаблон — Обычный.ipt; Расположение нового файла — по умолчанию; Структура спецификации по умолчанию — Обычный (рис. 5.9).

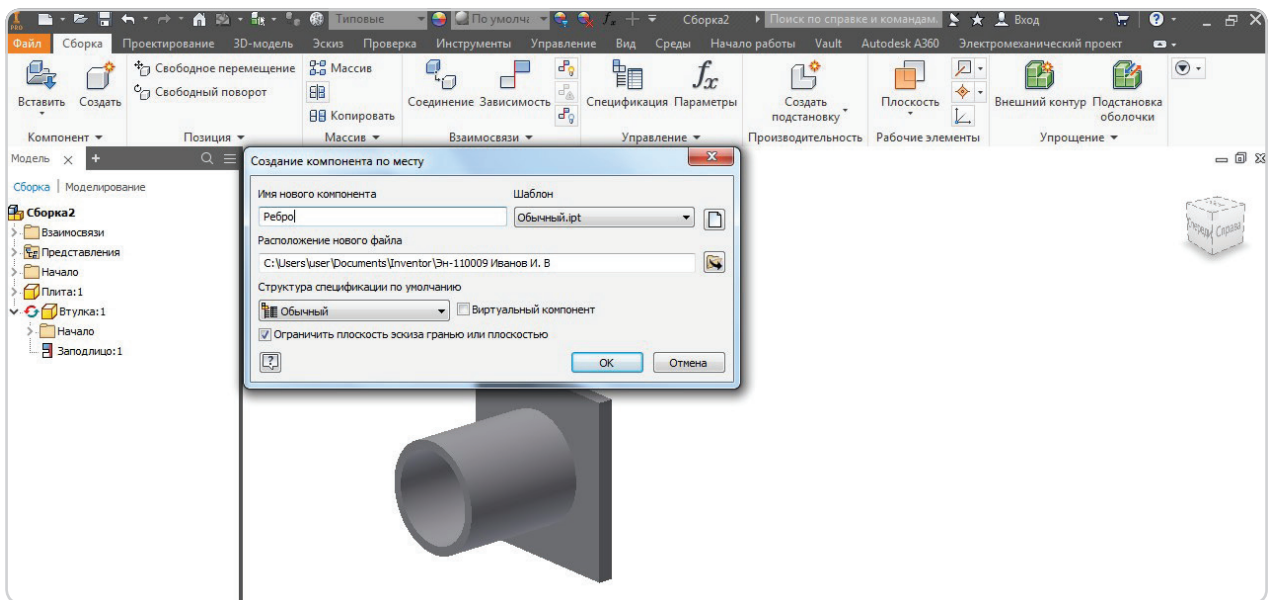


Рис. 5.9

Во вкладке 3D-модель выберите команду Начать 2D-эскиз и задайте плоскость для эскиза (это грань плиты) (рис. 5.10).

Сварная конструкция имеет четыре одинаковых ребра. Создайте сначала одно ребро, затем командой Массив — все ребра. Построения представлены на рис. 5.11, 5.12.

Фаски у ребер выполняются последовательно у каждого ребра (рис. 5.13).

Завершите редактирование. Сохраните модель Опоры (рис. 5.14). В браузере видны наложенные зависимости между деталями сборки.

Для соединения деталей сваркой необходимо конвертировать сборку в сварную конструкцию. Выберите во вкладке Среда команду Преобразовать в сварную конструкцию (рис. 5.15).

На экране появляется предупреждающее диалоговое окно, в котором выберите вариант Да (рис. 5.16).

5. Проектирование сварной конструкции

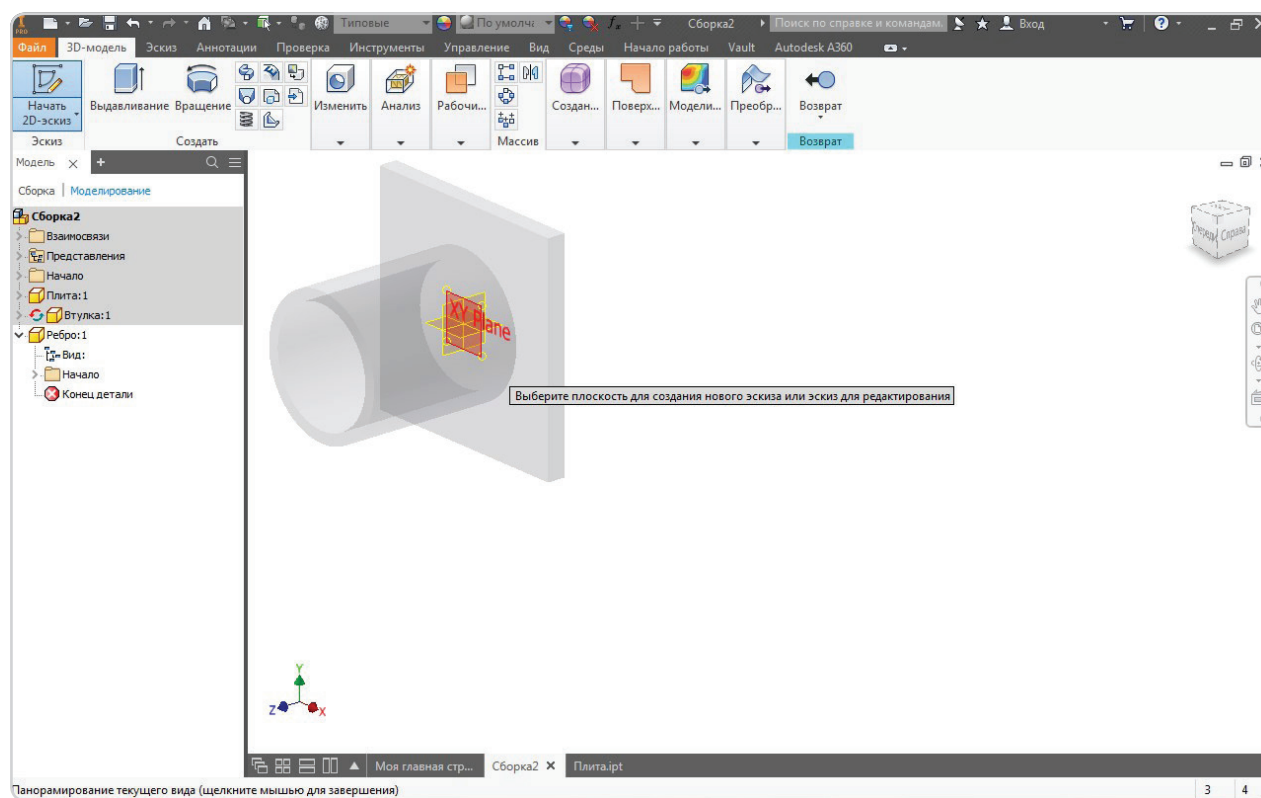


Рис. 5.10

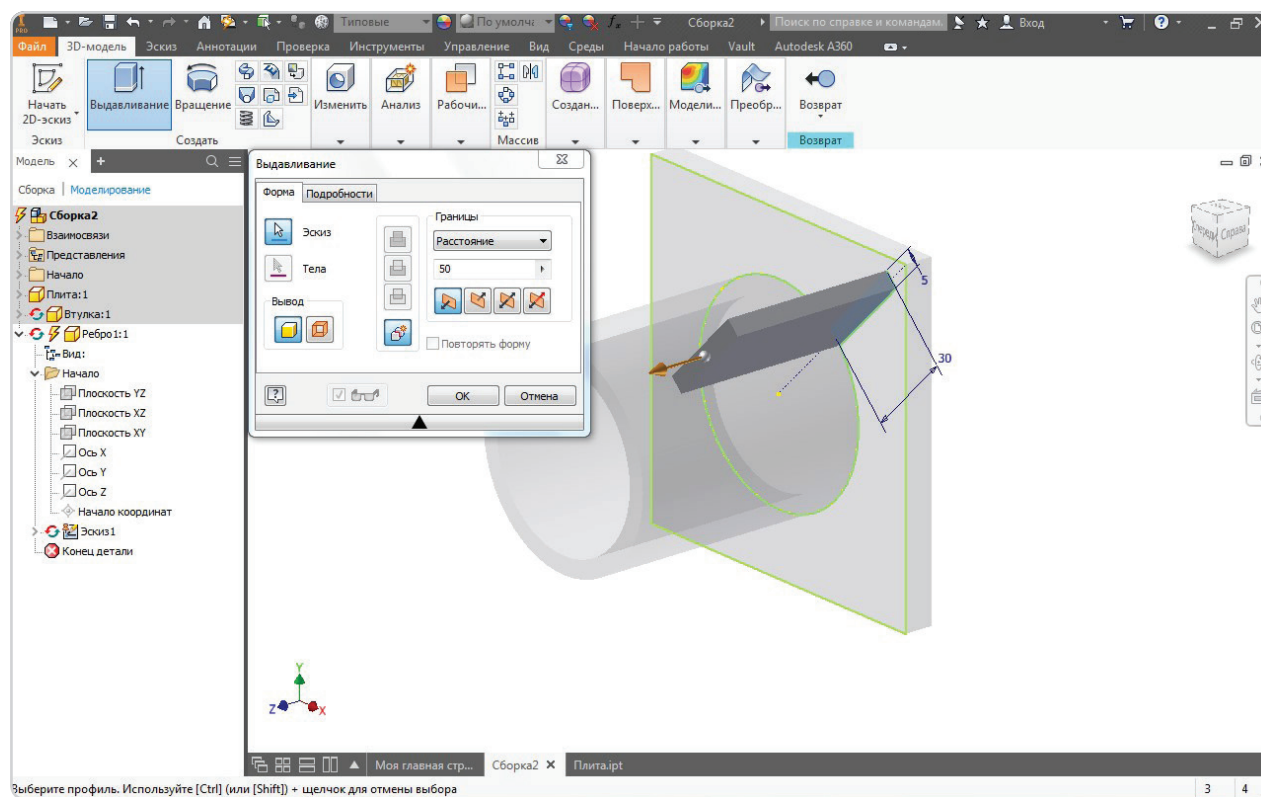


Рис. 5.11

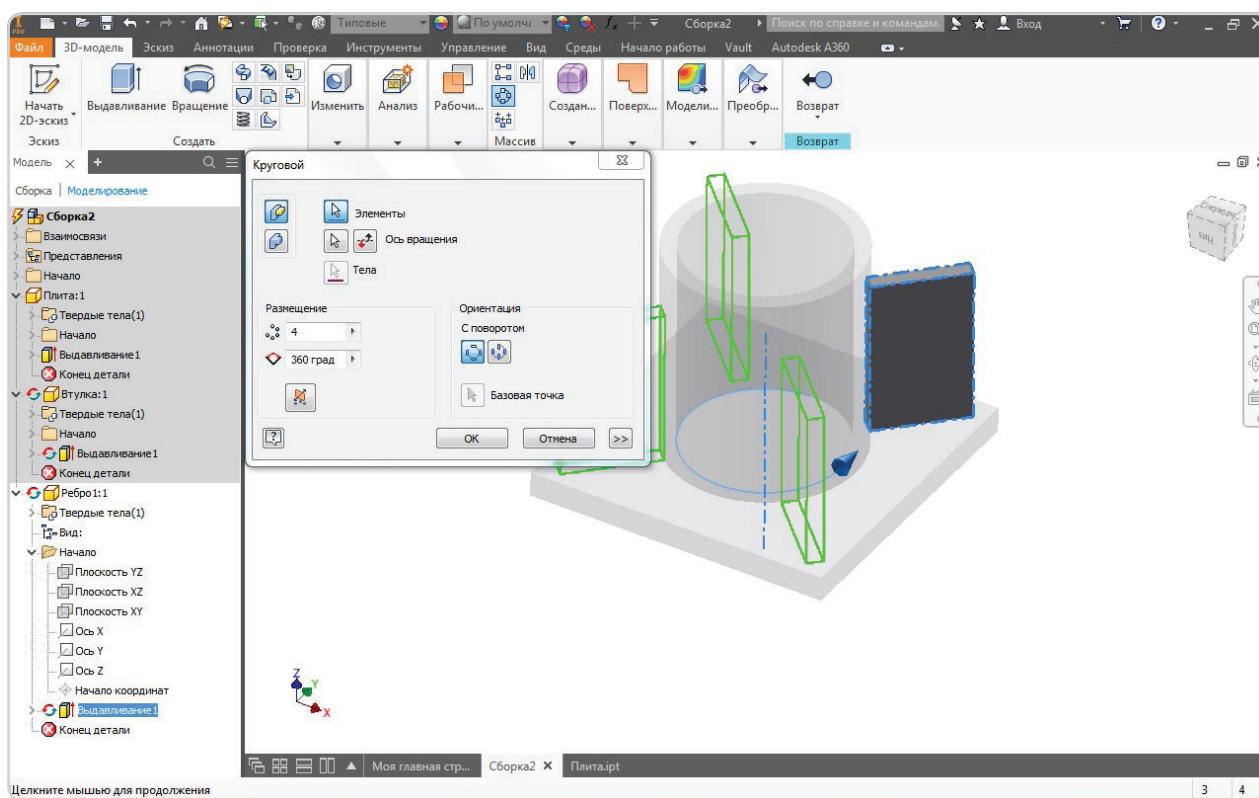


Рис. 5.12

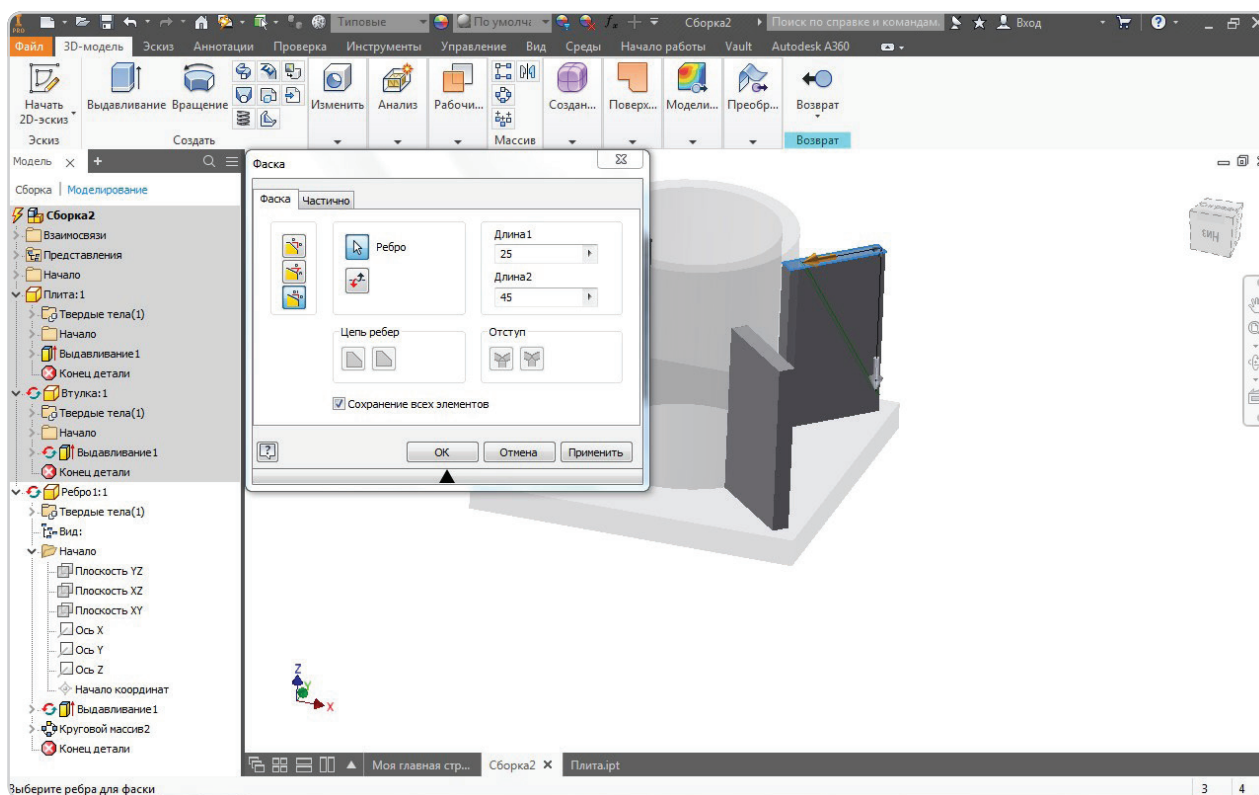


Рис. 5.13

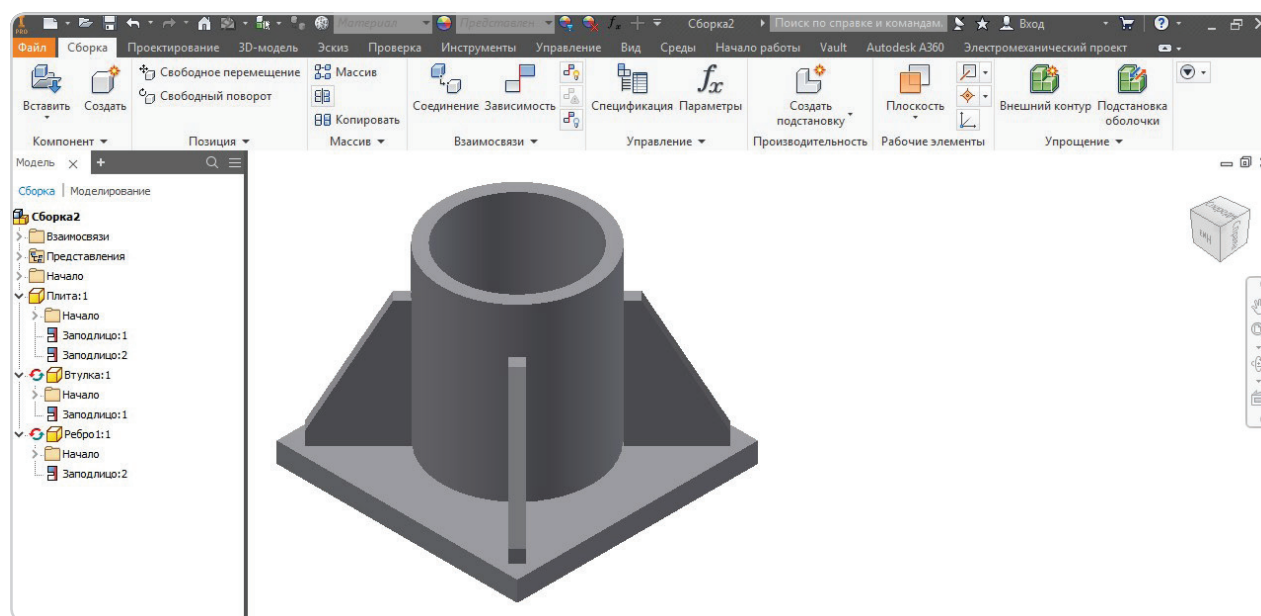


Рис. 5.14

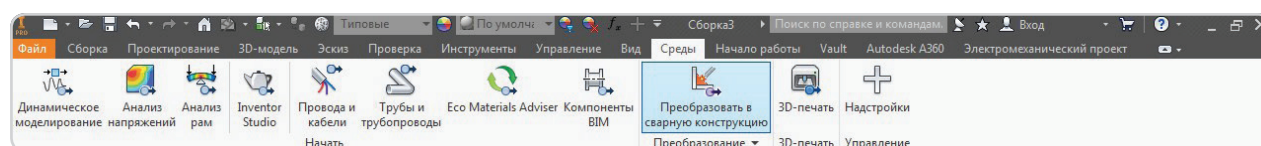


Рис. 5.15

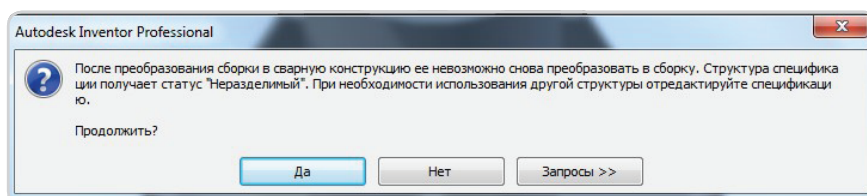


Рис. 5.16

В диалоговом окне Преобразование в сварную конструкцию выберите следующие параметры: Стандарт — ISO; Сварочный материал — Сталь, мягкая, сварочная; Структура спецификации — Обычный (рис. 5.17).

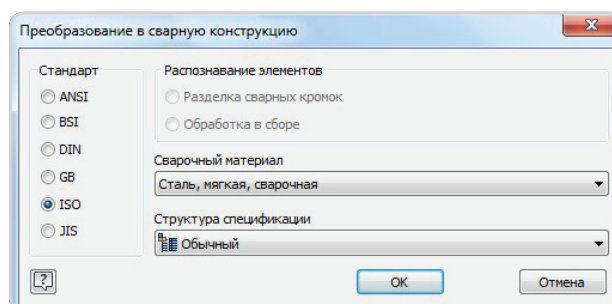


Рис. 5.17

На вкладке Сварка доступны три вида сварных швов: Сопряжение, Стыковой, Косметический. Применяйте шов Сопряжение.

Для создания объемного углового сварного шва нужно выбрать две грани, задать величину катета сварного шва (рис. 5.18).

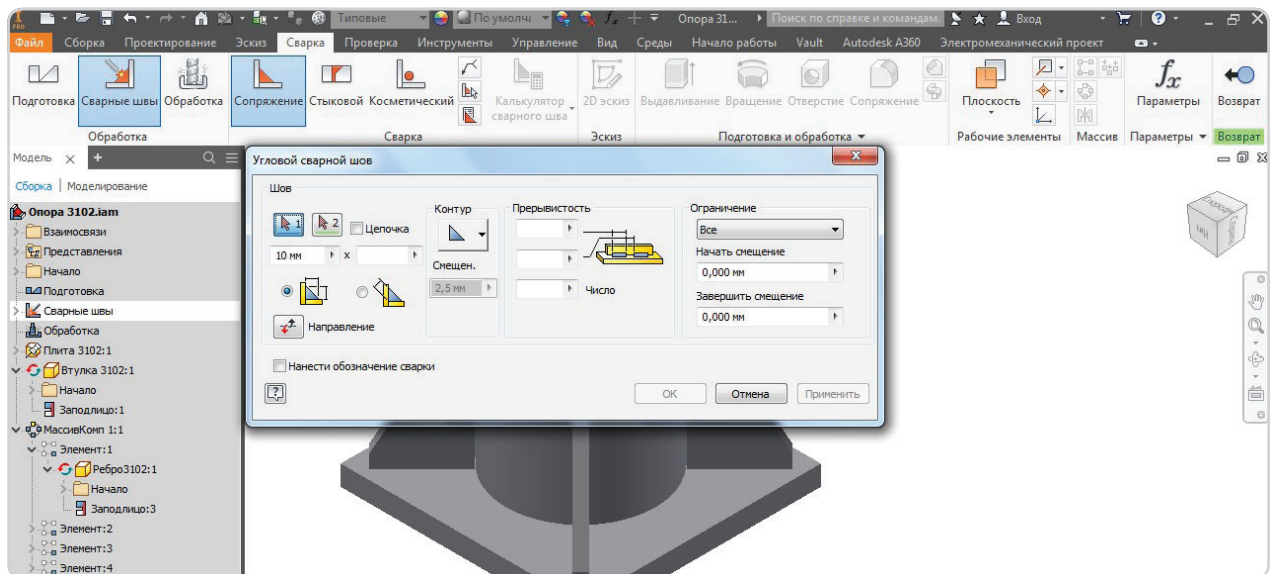


Рис. 5.18

Используйте контекстное меню для завершения редактирования (рис. 5.19).

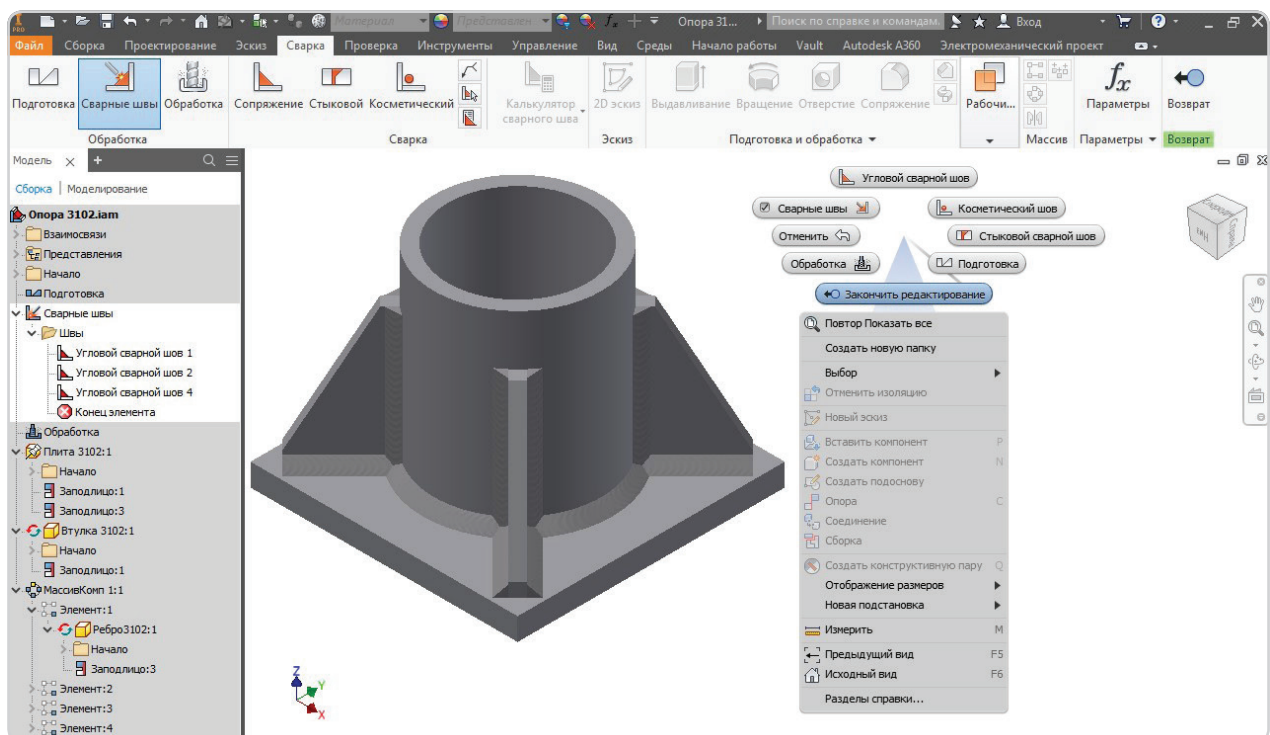


Рис. 5.19

5.2. Сборочный чертеж и спецификация сварной конструкции

По заданию необходимо выполнить сборочный чертеж сварной конструкции и ее спецификацию.

Согласно ГОСТ 2.109–73 сборочный чертеж должен содержать:

- 1) изображение сборочной единицы, обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля;
- 2) размеры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по рассматриваемому чертежу;
- 3) указания о способе выполнения сварных швов;
- 4) номера позиций составных частей изделия в соответствии со спецификацией;
- 5) габаритные, установочные, присоединительные.

На сборочном чертеже сварные швы изображаются условно в соответствии с ГОСТ 2.312–72. В браузере модели необходимо отключить видимость сварных швов (рис. 5.20).

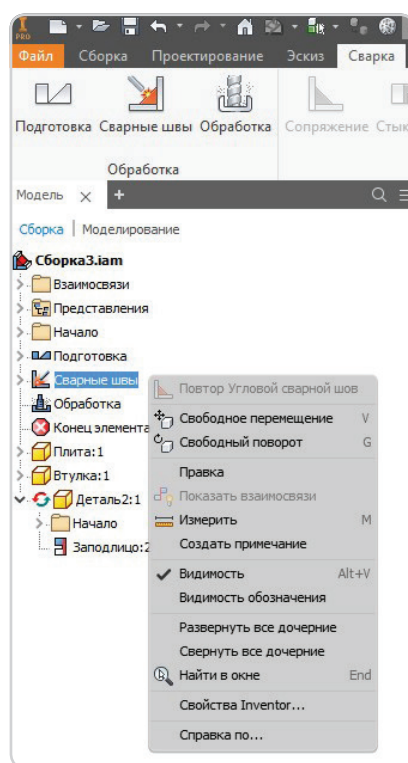


Рис. 5.20

Создайте для чертежа Обычный.dwg файл-шаблон. Опора — достаточно простая модель, поэтому в диалоговом окне Формат листа выберите следующие параметры: Размер — А4; Кратность — 1 (рис. 5.21).

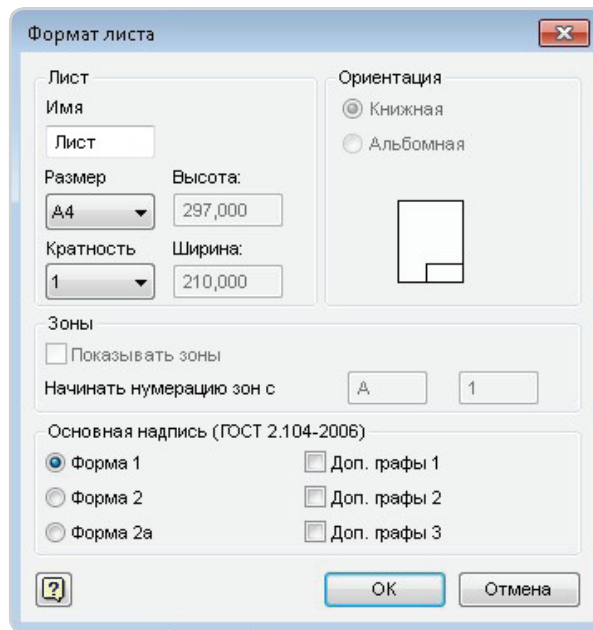


Рис. 5.21

В диалоговом окне Вид чертежа выберите следующие параметры: Стил — С удалением невидимых линий; Масштаб — 1 : 2. На чертеже создайте два изображения: вид спереди (базовый вид) и вид сверху (рис. 5.22).

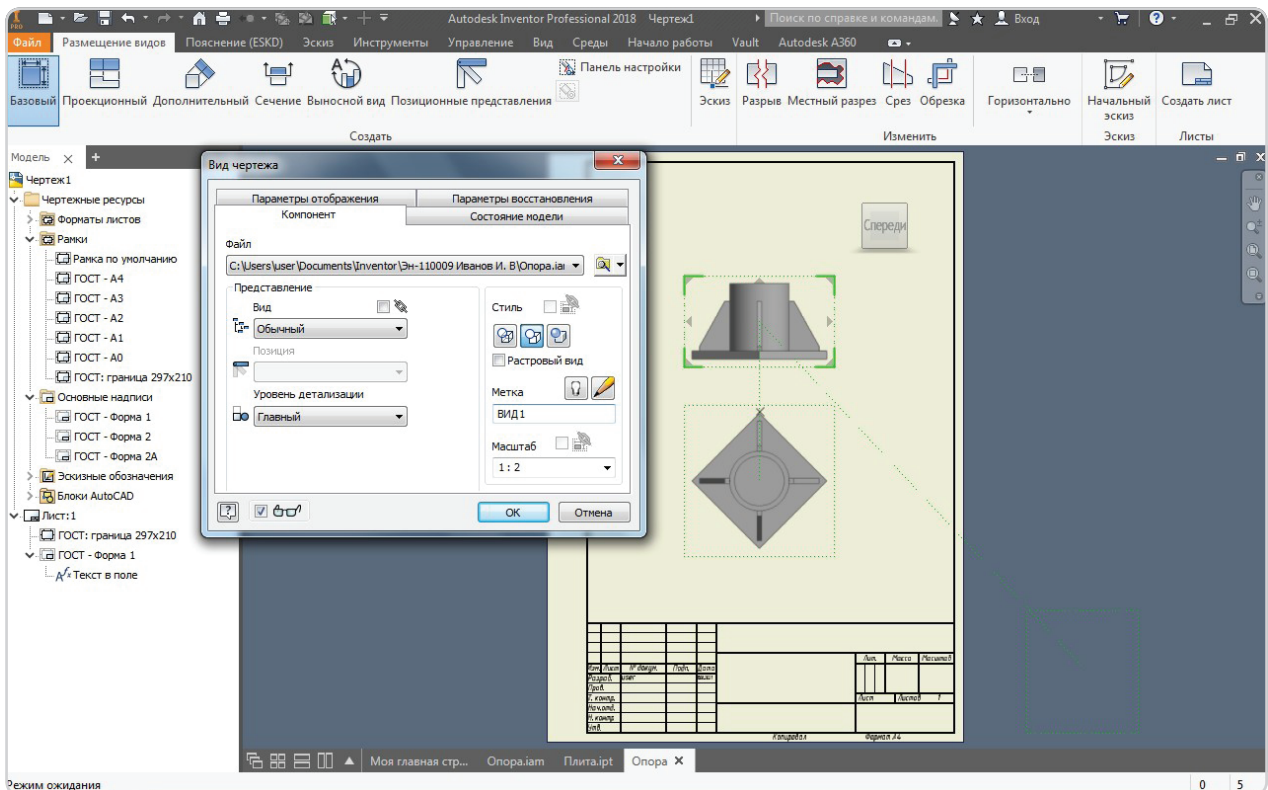


Рис. 5.22

На месте главного вида выполните фронтальный разрез с помощью команды Местный разрез. По ГОСТ 2.305–2008 ребра жесткости в продольном разрезе не штрихуются, поэтому необходимо выделить штриховку и в контекстном меню выбрать команду Скрыть (рис. 5.23).

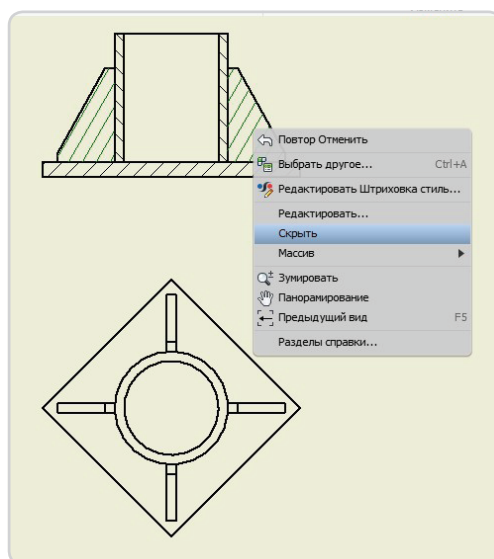


Рис. 5.23

Структура и примеры обозначений сварных швов приведены в учебном пособии «Инженерная графика. Информационные основы проектирования»¹. Для обозначения сварных швов во вкладке Пояснение (ESKD) на панели Обозначение выберите команду Сварка (рис. 5.24).

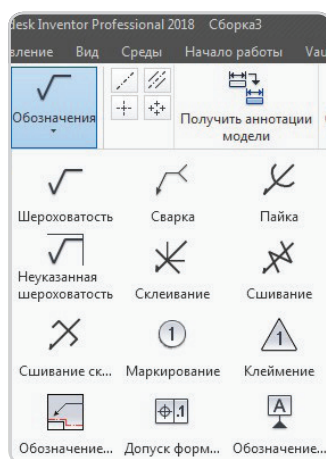


Рис. 5.24

¹ Понетаева Н. Х., Патрушева Н. В. Инженерная графика. Информационные основы проектирования. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. С. 18–21.

Нанесение номеров позиций составных частей в соответствии со спецификацией выполняется в следующей последовательности. Во вкладке Пояснение (ESKD) выберите команду Спецификация. В диалоговом окне будет предложено Включить вид спецификации? — выберите вариант ОК (рис. 5.25).

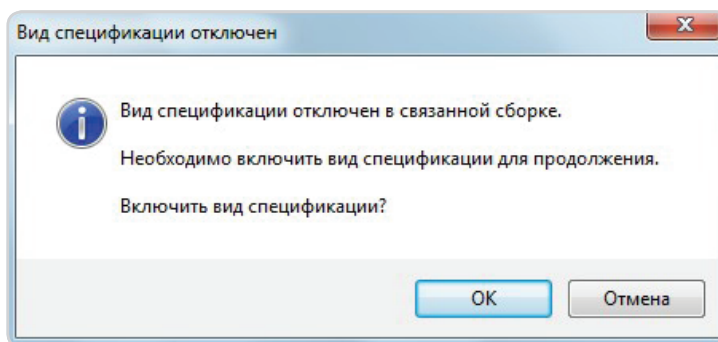


Рис. 5.25

Появляется окно Список деталей. Содержание списка нужно доработать в соответствии с ГОСТ Р 2.106–2019.

Во вкладке Пояснение (ESKD) выберите команду Номера позиций (рис. 5.26).

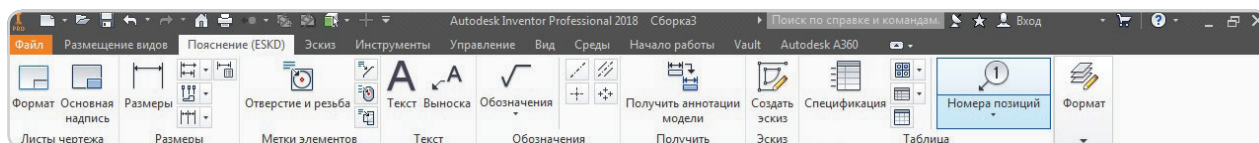


Рис. 5.26

В окне Свойства спецификации выберите Вид спецификации — Структурированный (рис. 5.27).

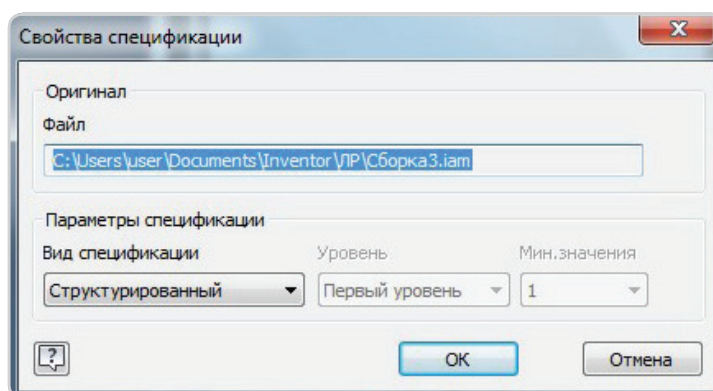


Рис. 5.27

Примеры сборочного чертежа сварной конструкции Опора и спецификации представлены на рис. 5.28 и 5.29 соответственно.

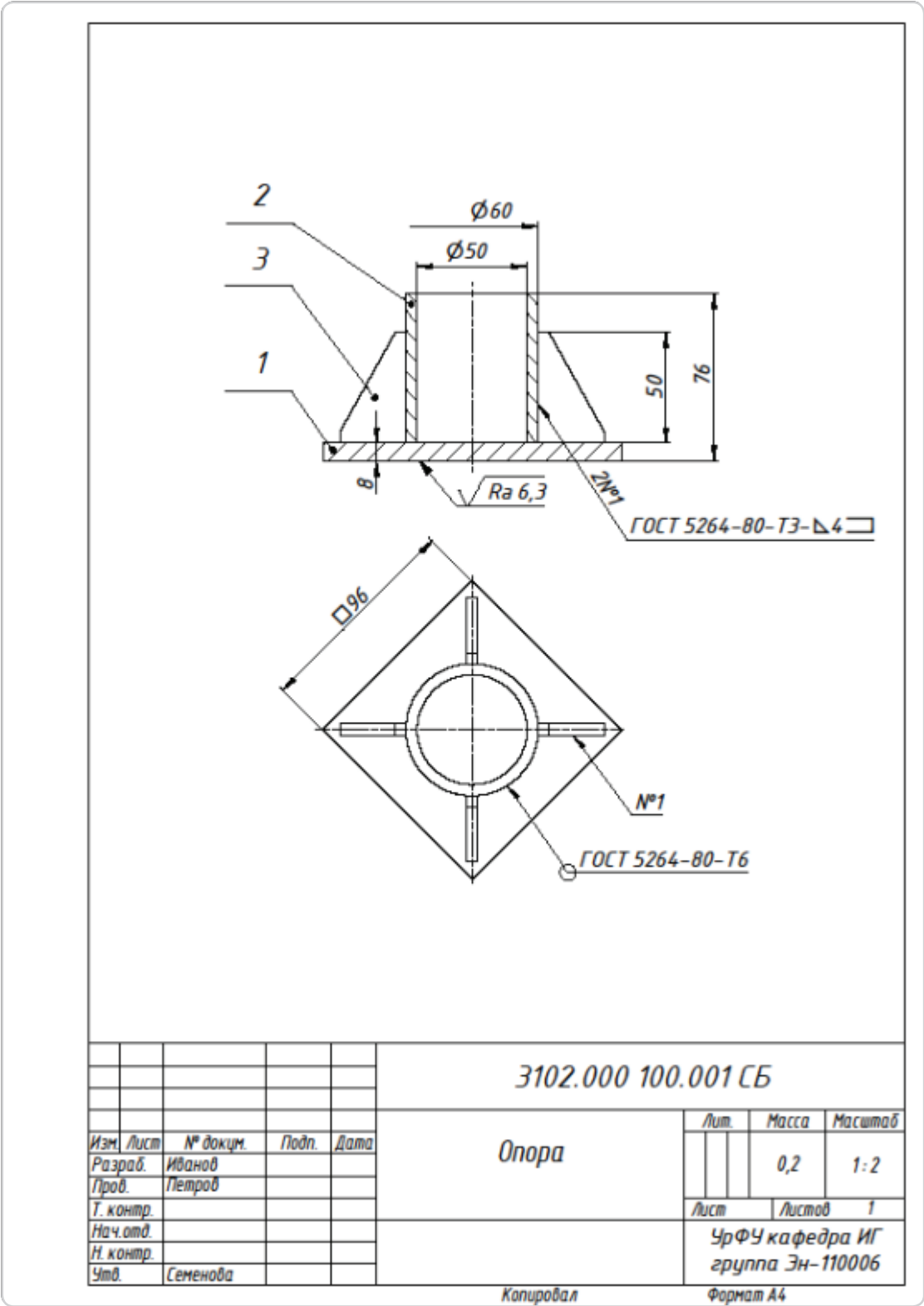


Рис. 5.28

Копировал

Рис. 5.29

Чертежи деталей, входящих в сварную конструкцию, приведены на рис. 5.30—5.32.

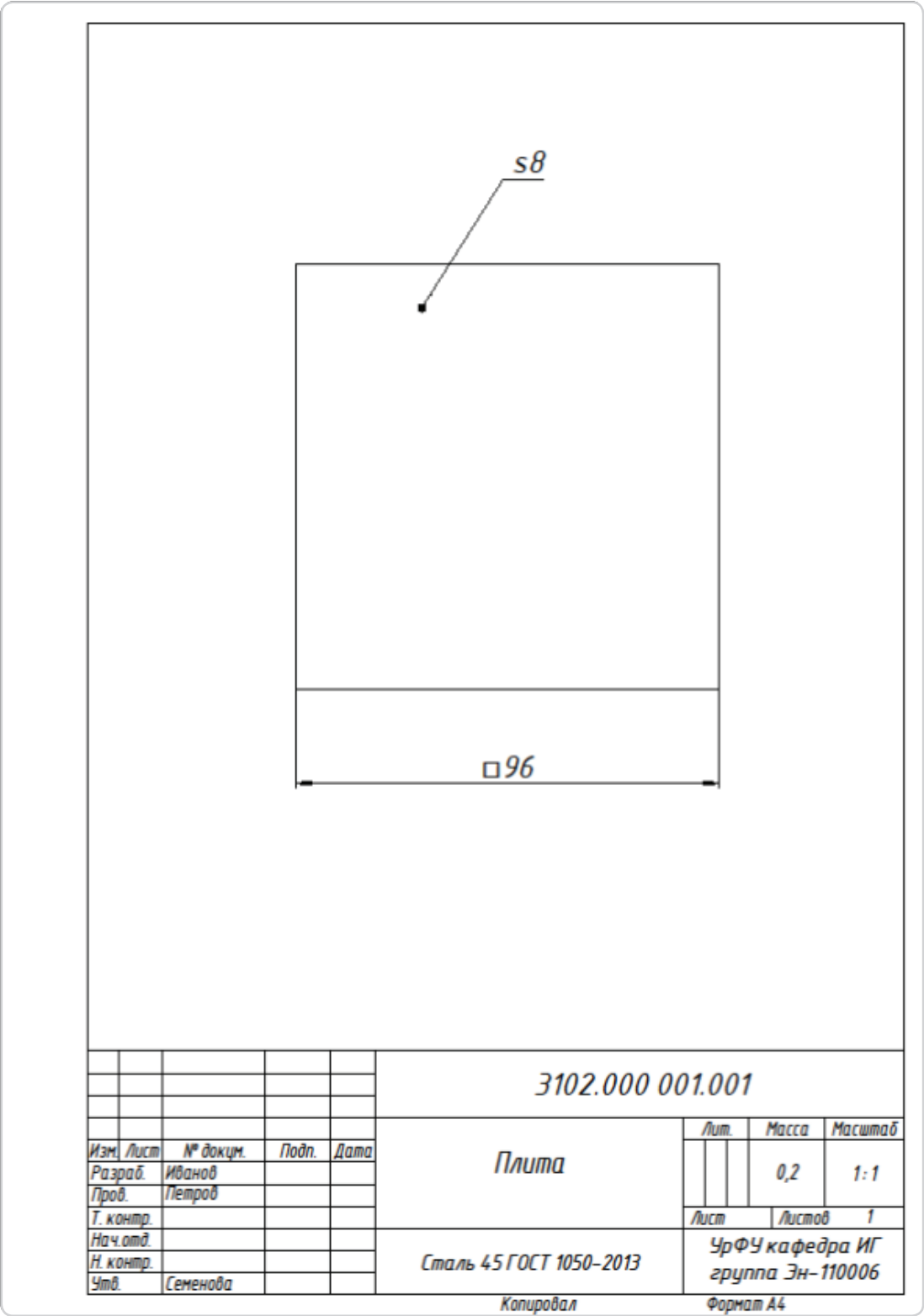


Рис. 5.30

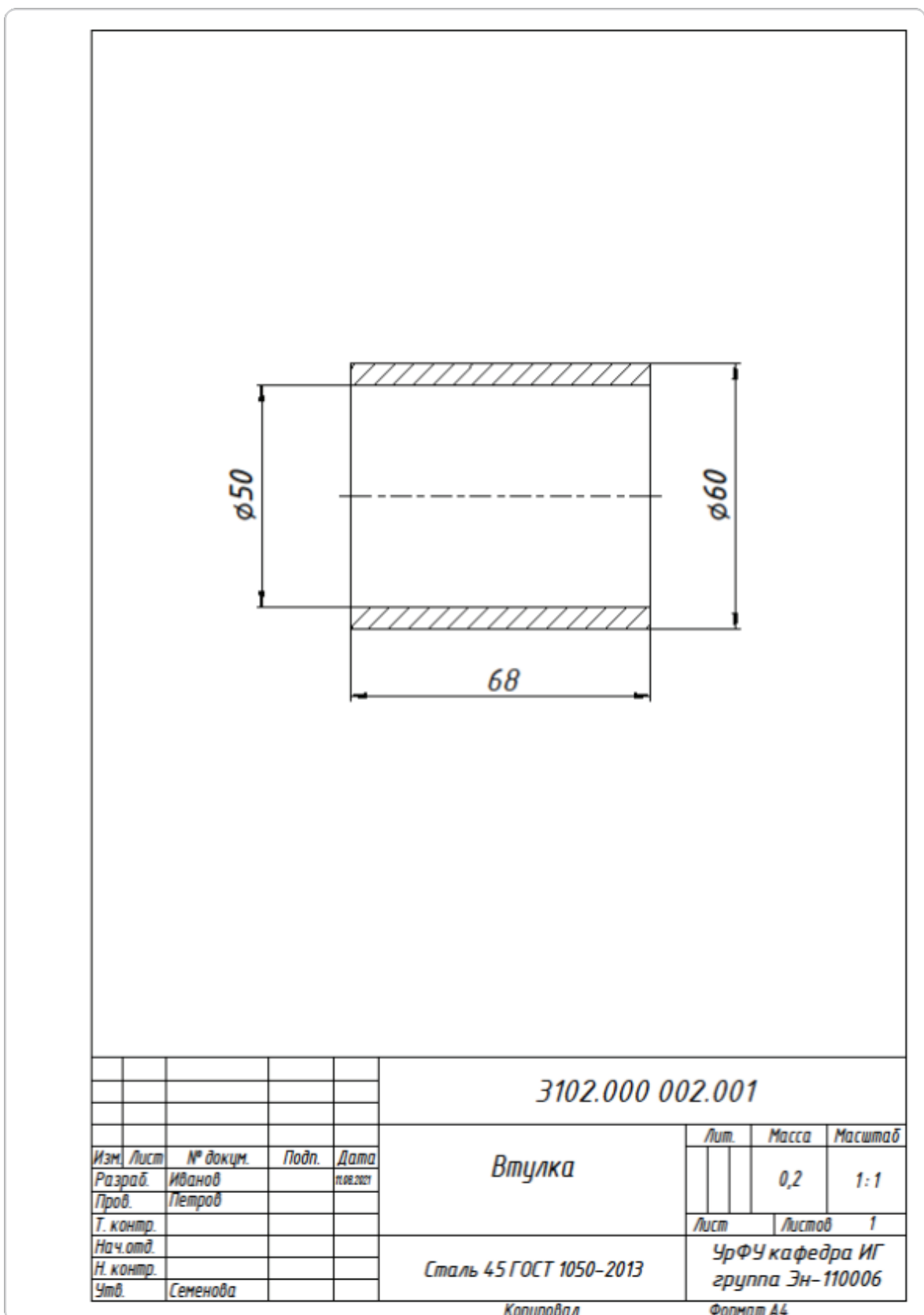


Рис. 5.31

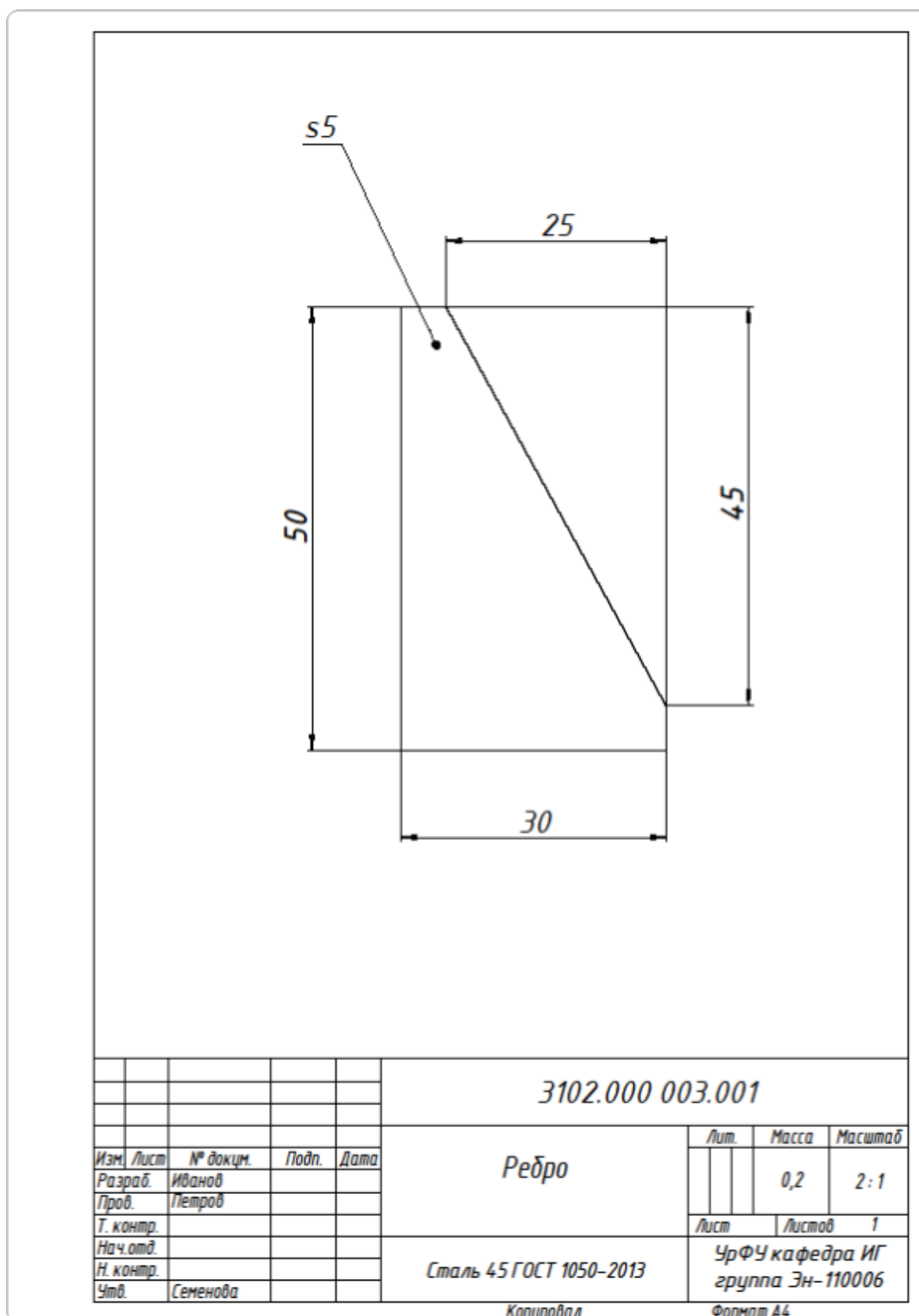


Рис. 5.32

Вопросы для самоконтроля к разделу 5

1. Как на сборочном чертеже штрихуются в разрезе соприкасающиеся детали?
2. Должно ли соответствовать количество изображений детали на сборочном чертеже изделия количеству изображений этой же детали на рабочем чертеже?
3. Какие размеры наносят на сборочном чертеже?
4. Каковы правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах?
5. Можно ли редактировать элемент детали в контексте сборки в Autodesk Inventor?

Библиографический список

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 2 / В. И. Анурьев ; под ред. И. М. Жестковой. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2003. — 458 с. — ISBN 5-217-02964-5.
2. ГОСТ 2.001–2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1628-ст : дата введения 2014-06-01. — Москва : Стандартинформ, 2018. — III, 6 с.
3. ГОСТ 2.051–2013. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1628-ст : дата введения 2014-06-01. — Москва : Стандартинформ, 2014. — II, 1, 10 с.
4. ГОСТ 2.052–2015. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 августа 2016 г. № 975-ст : дата введения 2017-03-01. — Москва : Стандартинформ, 2019. — III, 11 с.
5. ГОСТ 2.056–2014. Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2015 г. № 715-ст : дата введения 2016-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2018. — III, 12 с.
6. ГОСТ 2.057–2014. Единая система конструкторской документации. Электронная модель сборочной единицы. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2015 г. № 715-с : дата введения 2016-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2019. — III, 11 с.

7. ГОСТ 2.102–2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1627-ст : дата введения 2014-06-01. — Москва : Стандартинформ, 2014. — II, 13 с.
8. ГОСТ 2.104–2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июня 2006 г. № 118-ст : дата введения 2006-09-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — II, 15 с.
9. ГОСТ 2.105–2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2019 г. № 175-ст : дата введения 2020-02-01. — Москва : Стандартинформ, 2021. — III, 34, 7 с.
10. ГОСТ 2.109–73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам : издание официальное : введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 27.07.73 № 1843 : дата введения 1974-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 34 с.
11. ГОСТ 2.301–68. Единая система конструкторской документации. Форматы : издание официальное : дата введения 1971-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 5 с.
12. ГОСТ 2.302–68. Единая система конструкторской документации. Масштабы : издание официальное : дата введения 1971-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 5 с.
13. ГОСТ 2.303–68. Единая система конструкторской документации. Линии : издание официальное : дата введения 1971-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 9 с.
14. ГОСТ 2.304–81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные : издание официальное : введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 марта 1981 г. № 1562 : дата введения 1982-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 22 с.
15. ГОСТ 2.305–2008. Изображения — виды, разрезы, сечения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. № 703-ст : дата введения 2009-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2020. — III, 24 с.

16. ГОСТ 2.306—68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах : издание официальное : введен в действие постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1968 г. № 758 : дата введения 1971-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 7 с.
17. ГОСТ 2.307—2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 211-ст : дата введения 2012-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2012. — III, 34 с.
18. ГОСТ 2.309—73. Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатости поверхностей : издание официальное : введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 9 ноября 1973 г. № 2604 : дата введения 1975-01-01. — Москва: Стандартинформ, 2007. — 14 с.
19. ГОСТ 2.311—68. Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы : издание официальное : введен в действие постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1968 г. № 755 : дата введения 1971-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 6 с.
20. ГОСТ 2.312—72. Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений : издание официальное : введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 10 мая 1972 г. № 935 : дата введения 1973-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2010. — 11 с.
21. ГОСТ 2.315—68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения упрощенные и условные крепежных деталей : издание официальное : дата введения 1971-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 11 с.
22. ГОСТ 2.316—2008. Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. № 4 702-ст : дата введения 2009-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2009. — II, 8, I с.
23. ГОСТ Р 2.106—2019. Единая система конструкторской документации. Спецификация : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2019 г. № 176-ст : дата введения 2014-06-01. — Москва : Стандартинформ, 2019. — III, 36 с.

24. Понетаева, Н.Х. Инженерная графика. Информационные основы проектирования : учебное пособие / Н.Х. Понетаева, Н.В. Патрушева ; под общ. ред. Н.Х. Понетаевой. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 132 с. — ISBN 978-5-7996-2696-9.
25. Понетаева, Н.Х. Инженерная и компьютерная графика. Autodesk Inventor 2008 : учебное пособие / Н.Х. Понетаева, Т.В. Нестерова ; под науч. ред. канд. техн. наук, доц. Н.Х. Понетаевой. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008. — 92 с. — ISBN 978-5-321-01452-3.
26. Autodesk : [сайт]. — URL: <http://www.autodesk.ru> (дата обращения: 06.06.2020).

Приложение 1. Создание модели и чертежа детали: индивидуальные задания

Задание

По аксонометрическому изображению создать модель детали и разработать ее чертеж. Данные для проектирования детали представлены ниже (рис. П1.1–П1.30).

Вариант 1

Корпус — рис. П1.1.

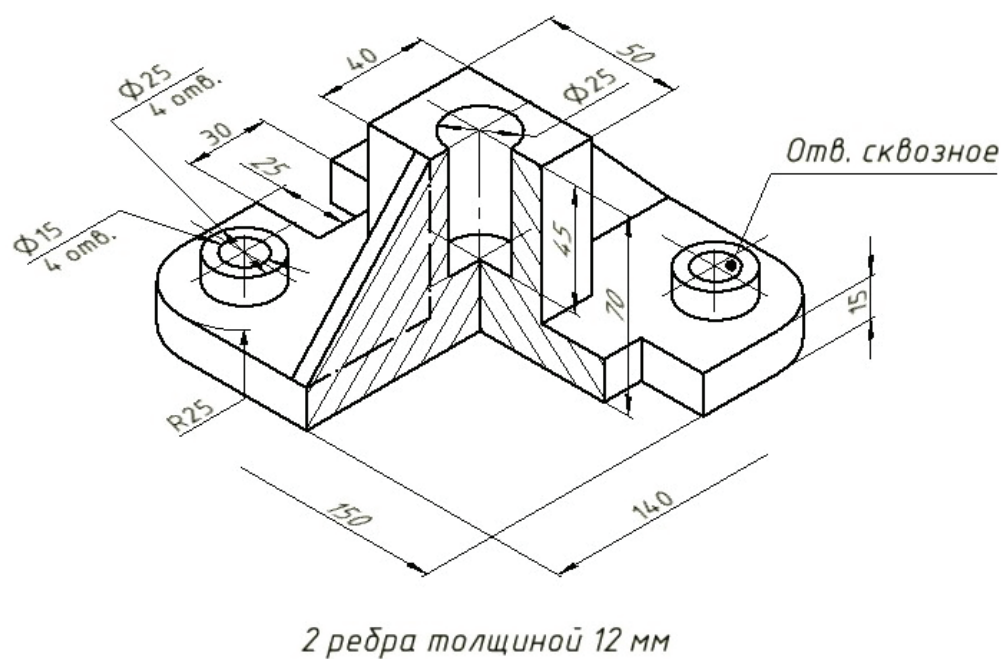


Рис. П1.1

Вариант 2

Подшипник — рис. П1.2.

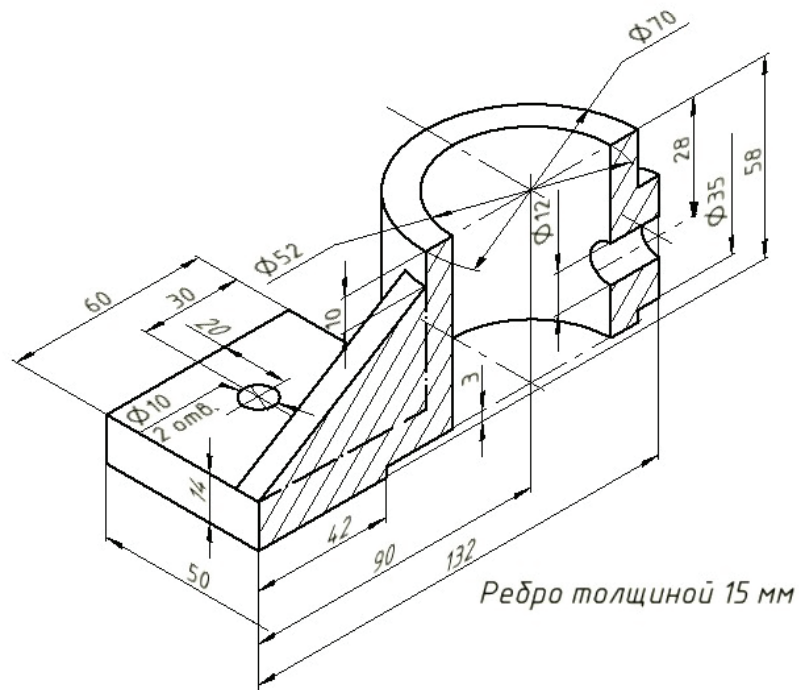


Рис. П1.2

Вариант 3

Крышка — рис. П1.3.

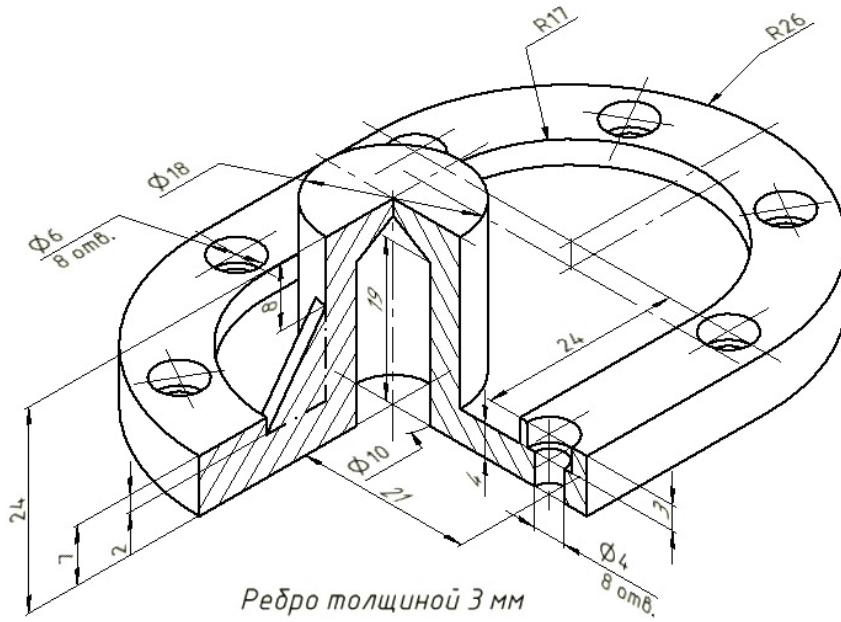


Рис. П1.3

Вариант 4

Кронштейн — рис. П1.4.

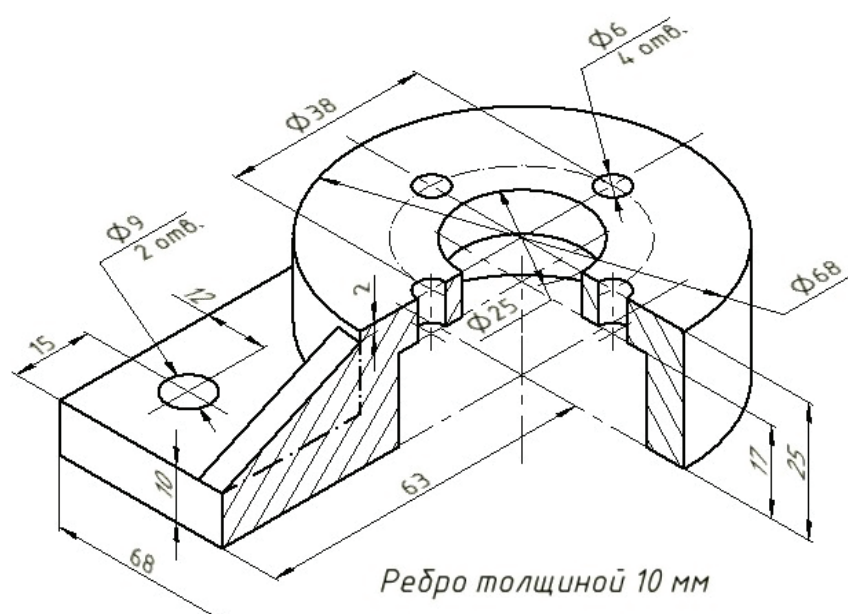


Рис. П1.4

Вариант 5

Крышка — рис. П1.5.

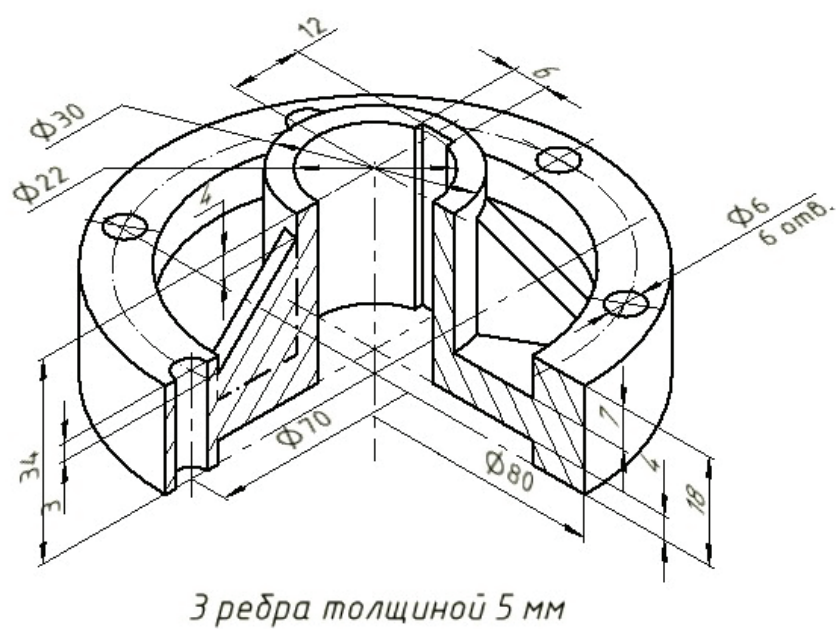


Рис. П1.5

Вариант 8

Корпус — рис. П1.8.

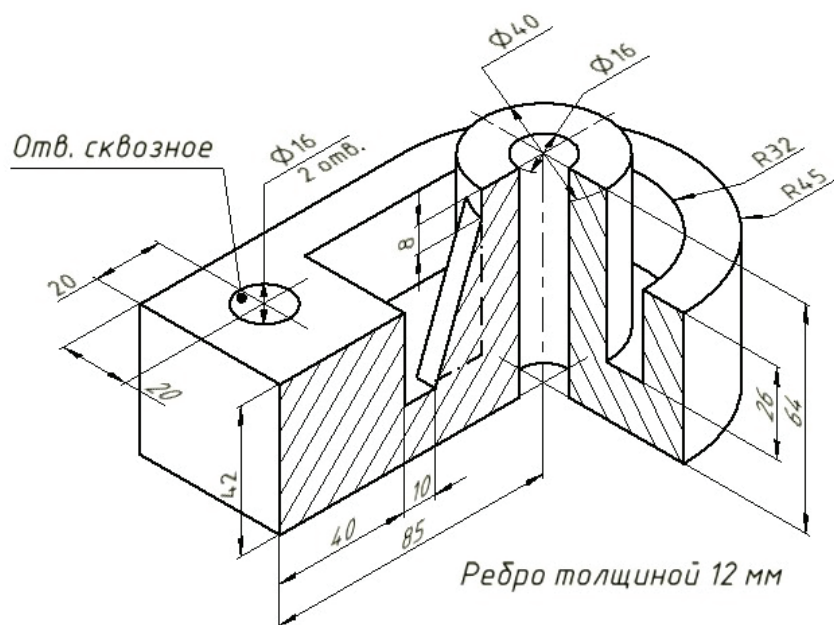


Рис. П1.8

Вариант 9

Крышка — рис. П1.9.

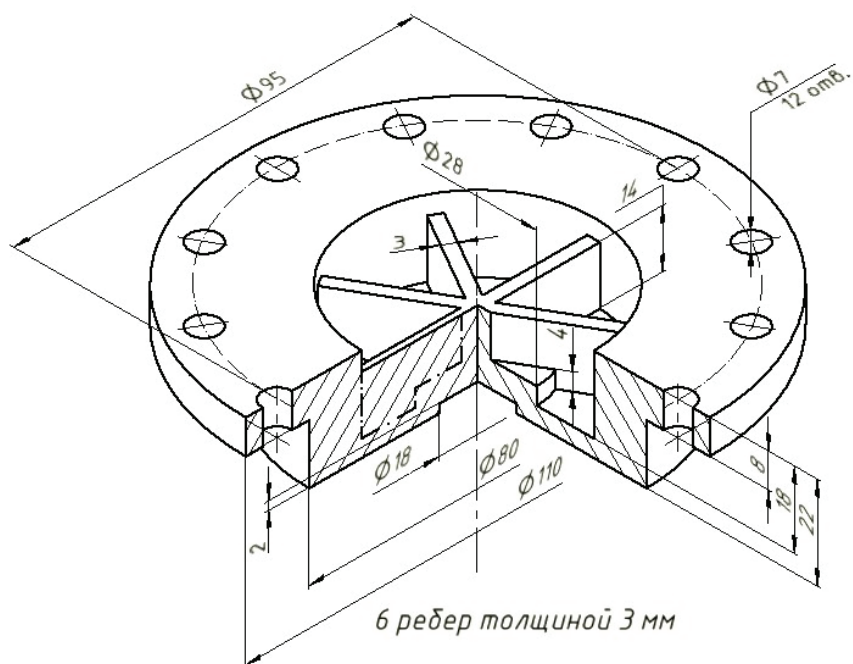
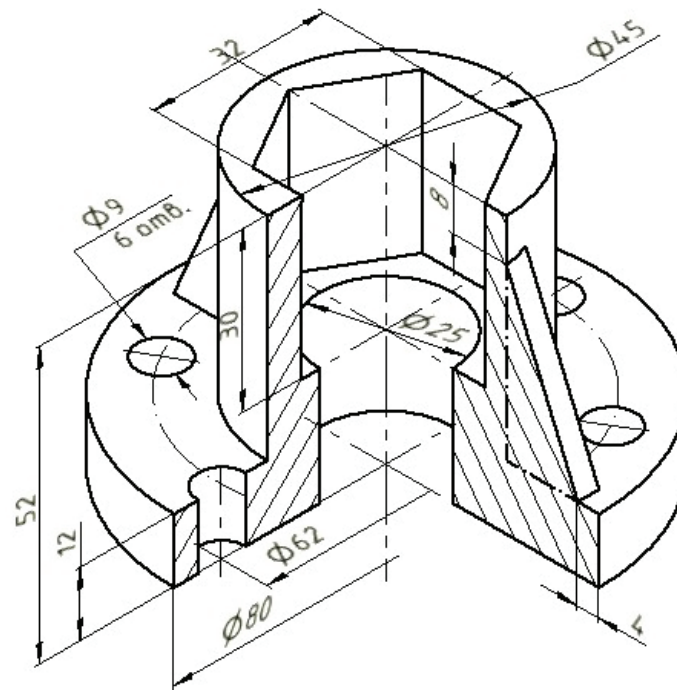


Рис. П1.9

Вариант 10

Основание — рис. П1.10.



2 ребра толщиной 8 мм

Рис. П1.10

Вариант 11

Корпус — рис. П1.11.

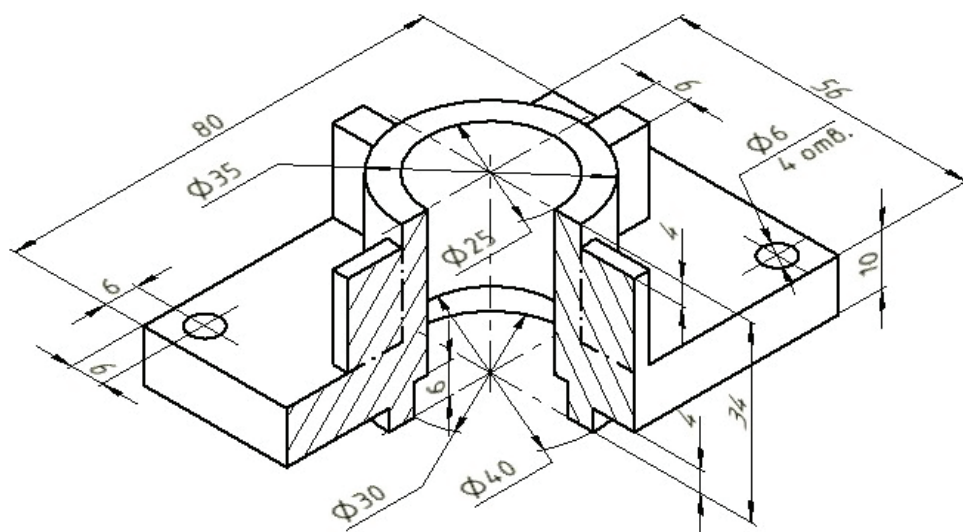


Рис. П1.11

Вариант 12

Маховичок — рис. П1.12.

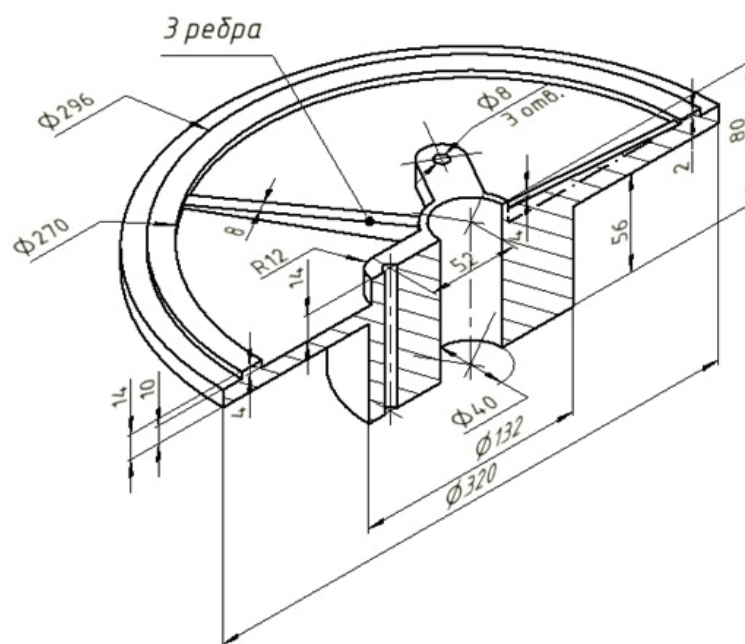


Рис. П1.12

Вариант 13

Корпус — рис. П1.13.

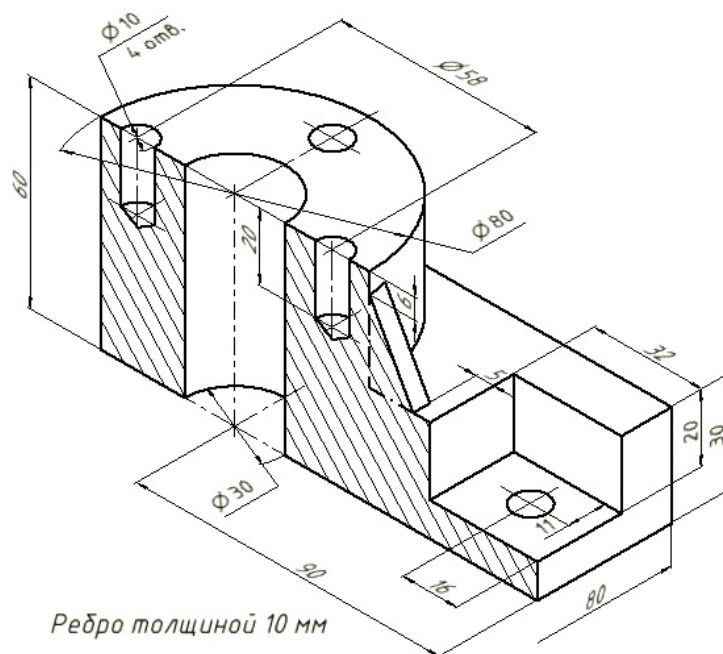
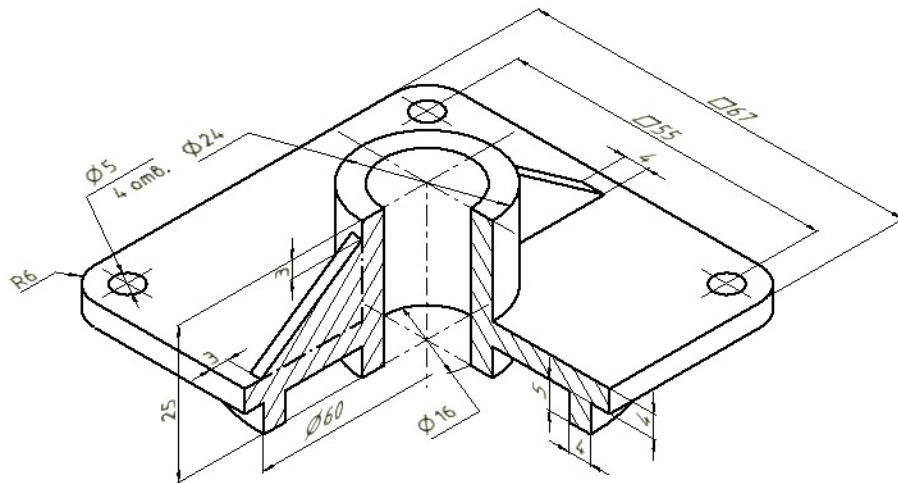


Рис. П1.13

Вариант 14

Крышка — рис. П1.14.

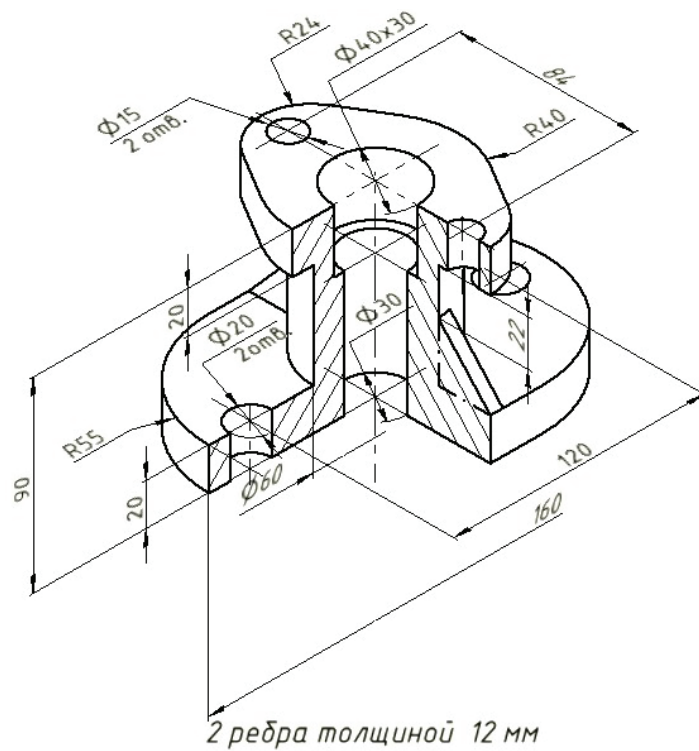


2 ребра толщиной 4 мм

Рис. П1.14

Вариант 15

Опора — рис. П1.15.



2 ребра толщиной 12 мм

Рис. П1.15

Вариант 16

Основание — рис. П1.16.

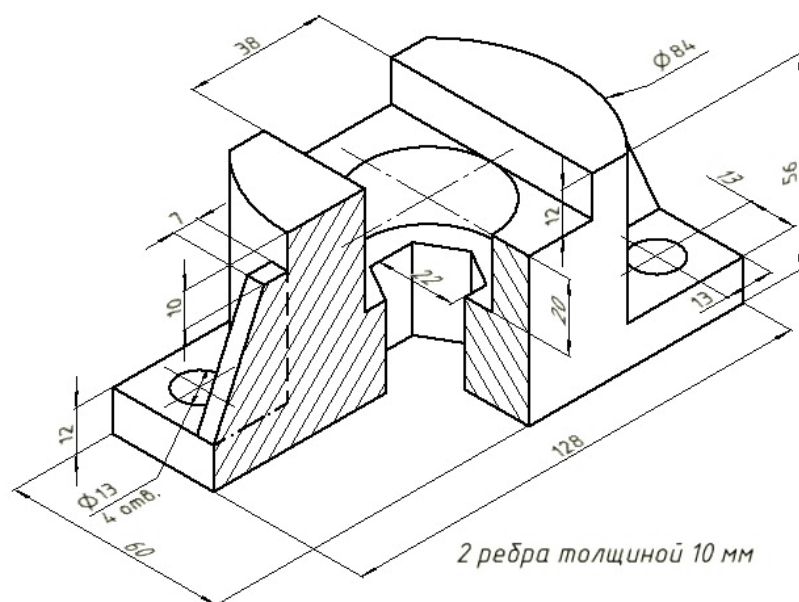


Рис. П1.16

Вариант 17

Крышка — рис. П1.17.

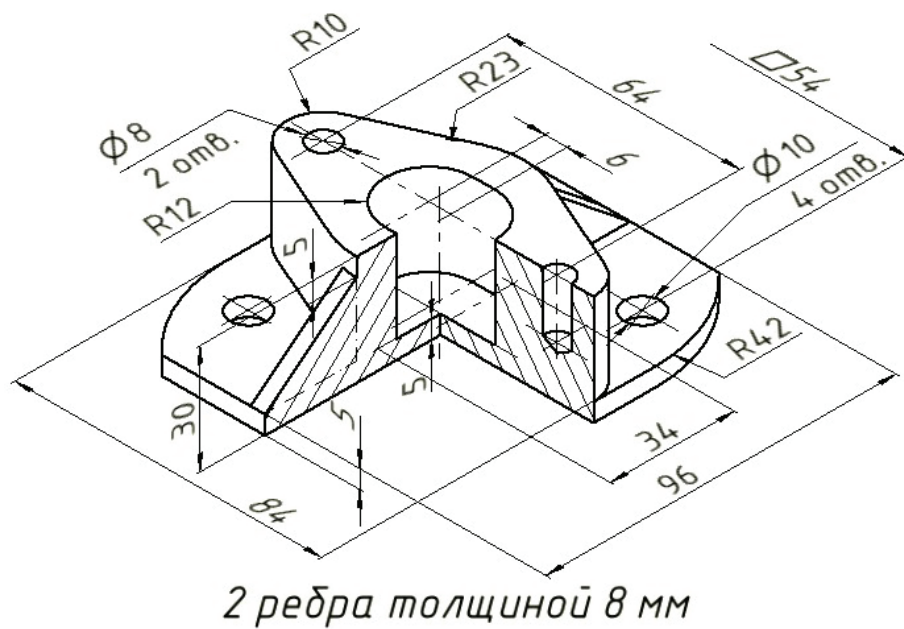


Рис. П1.17

Вариант 18

Крышка — рис. П1.18.

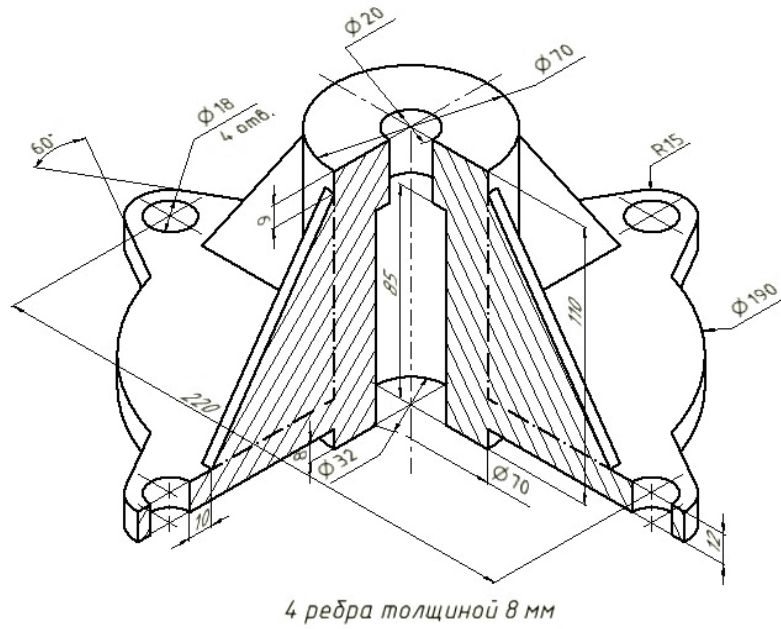


Рис. П1.18

Вариант 19

Корпус — рис. П1.19.

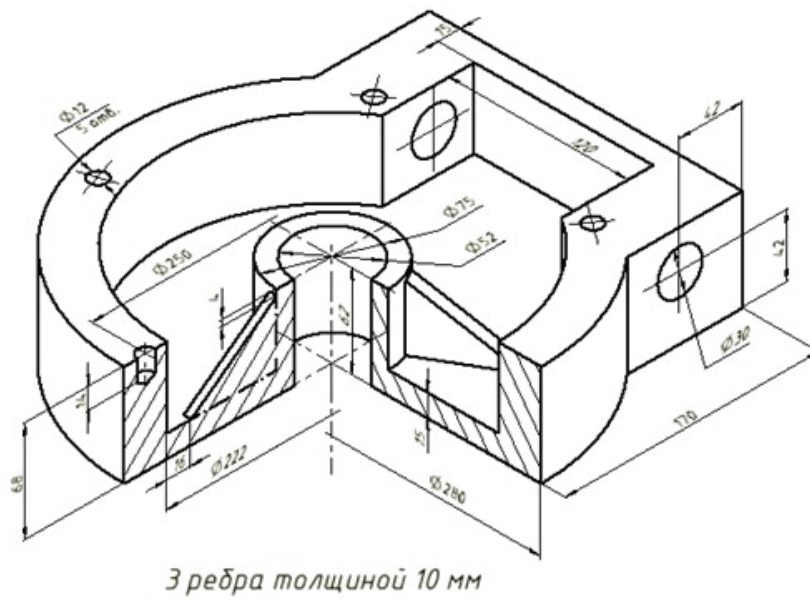


Рис. П1.19

Вариант 20

Кронштейн — рис. П1.20.

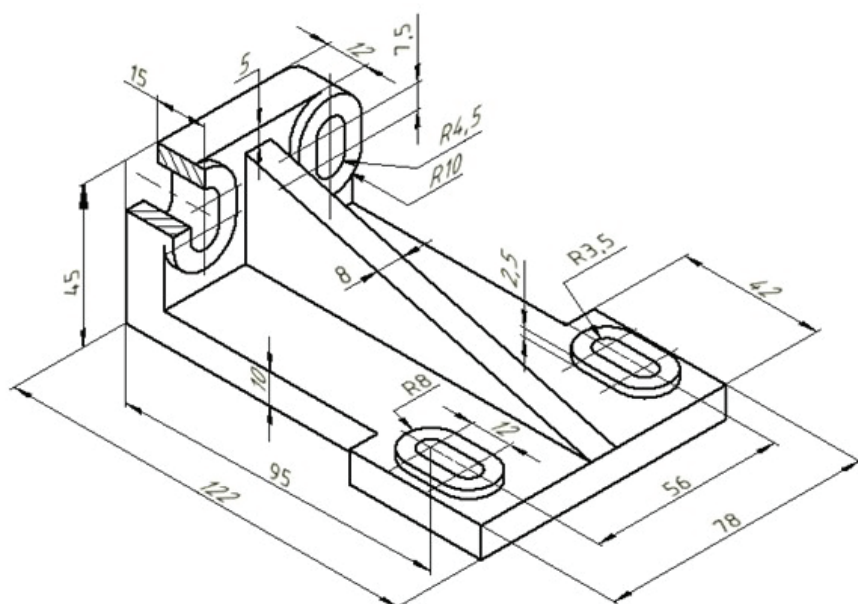


Рис. П1.20

Вариант 21

Крышка — рис. П1.21.

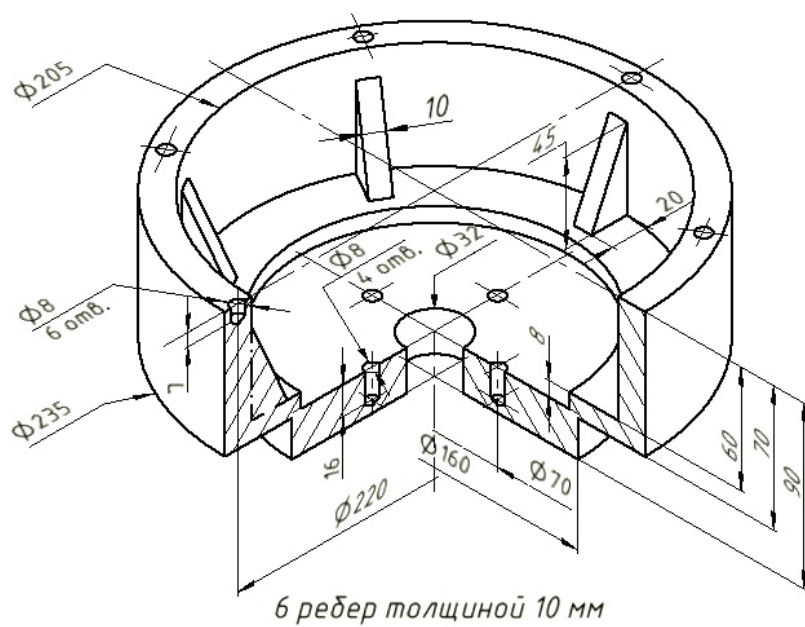


Рис. П1.21

Вариант 22

Опора — рис. П1.22.

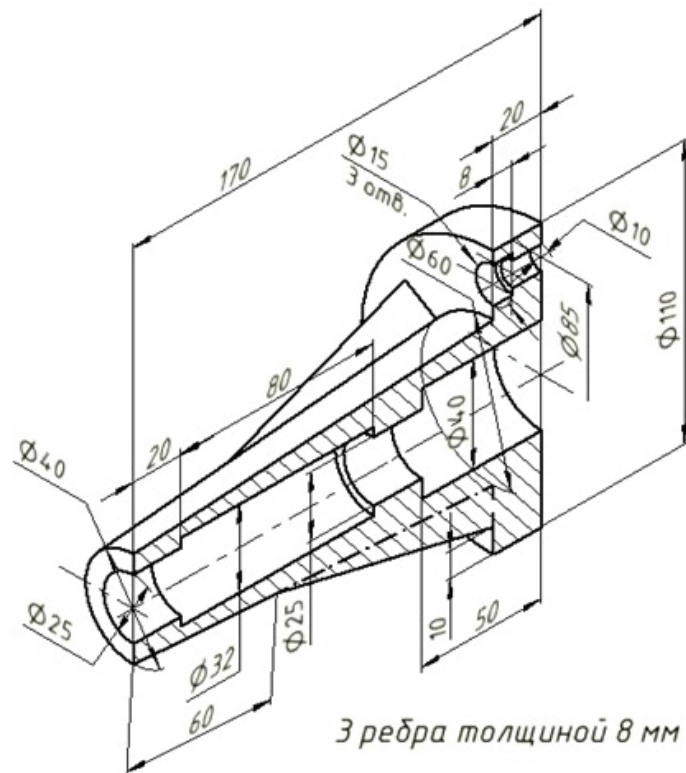


Рис. П1.22

Вариант 23

Поршень — рис. П1.23.

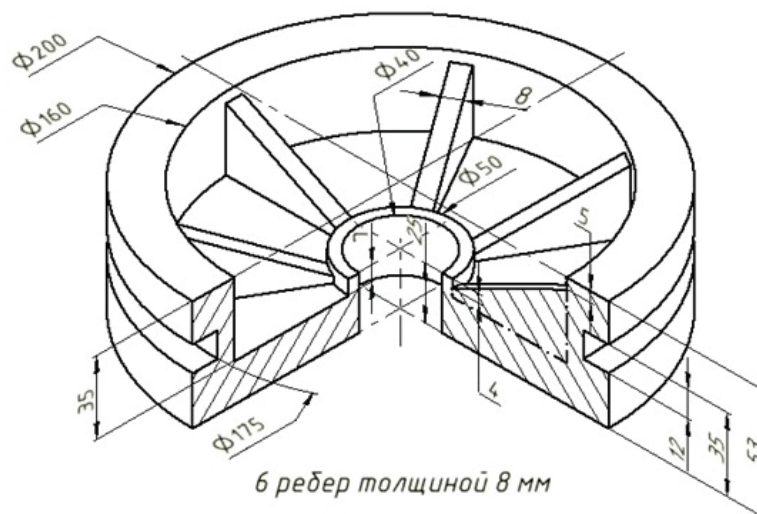


Рис. П1.23

Вариант 24

Корпус — рис. П1.24.

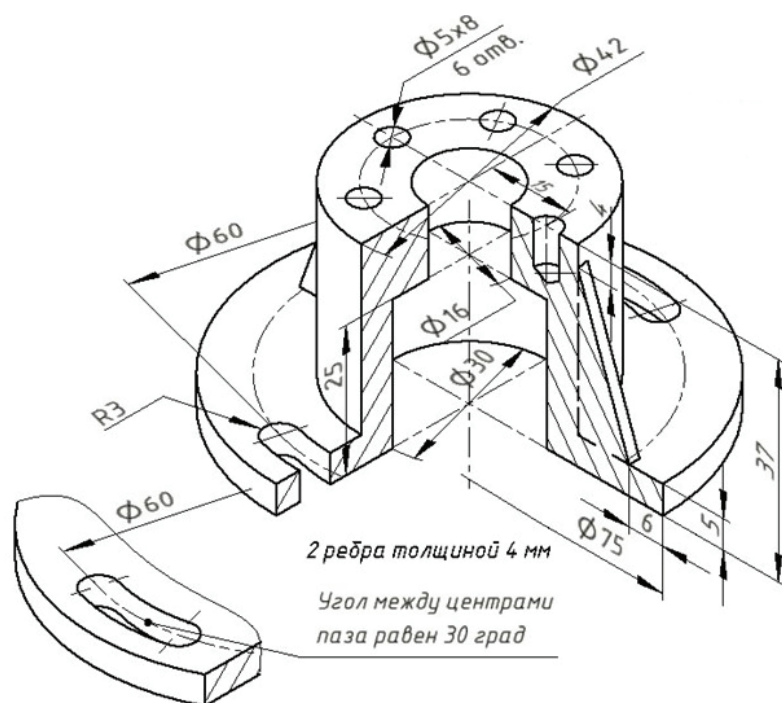


Рис. П1.24

Вариант 25

Крышка — рис. П1.25.

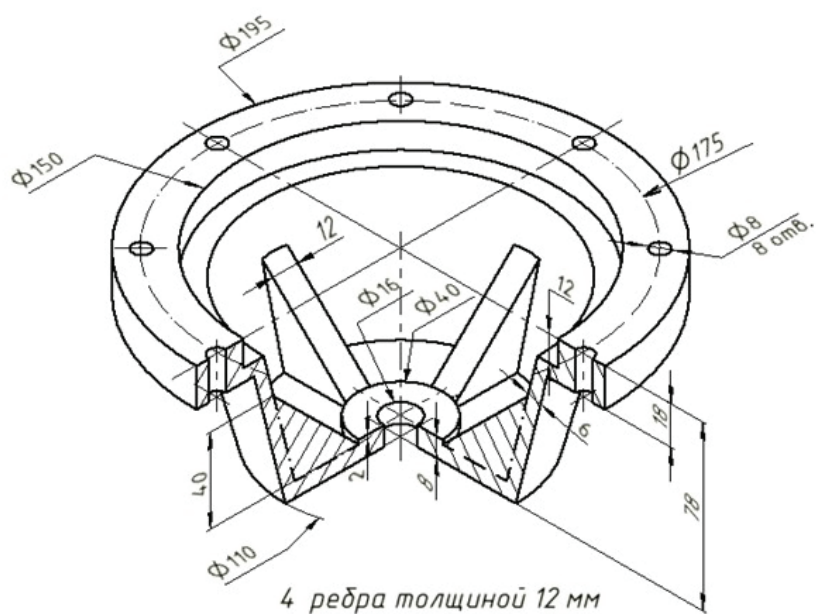


Рис. П1.25

Вариант 26

Крышка — рис. П1.26.

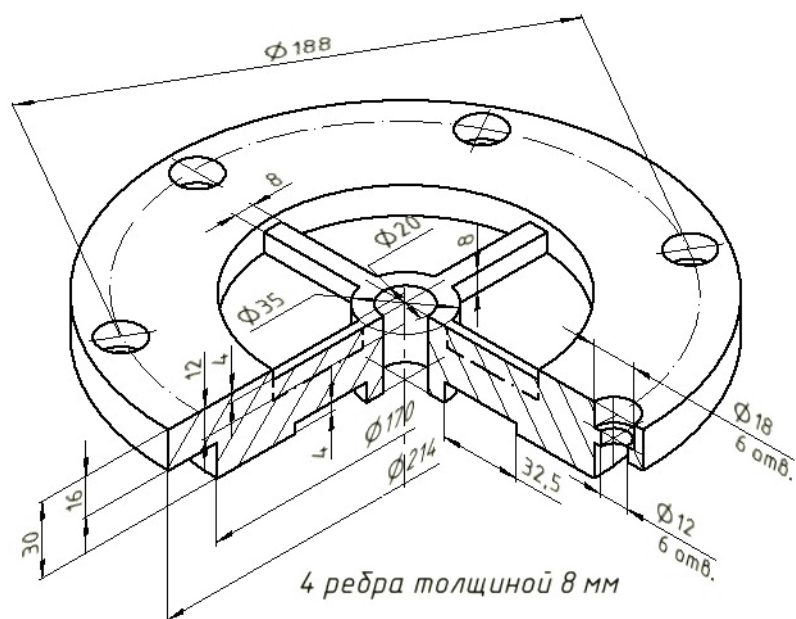


Рис. П1.26

Вариант 27

Опора — рис. П1.27.

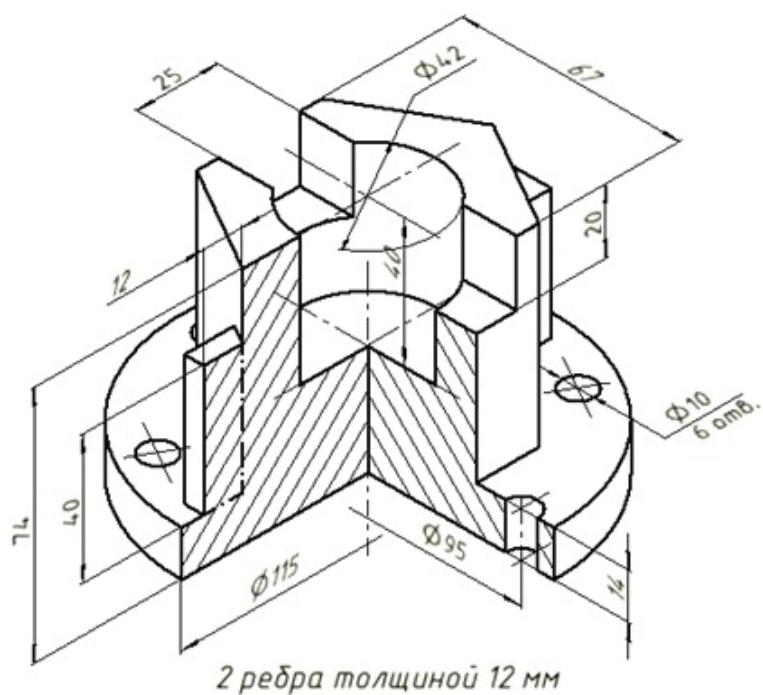
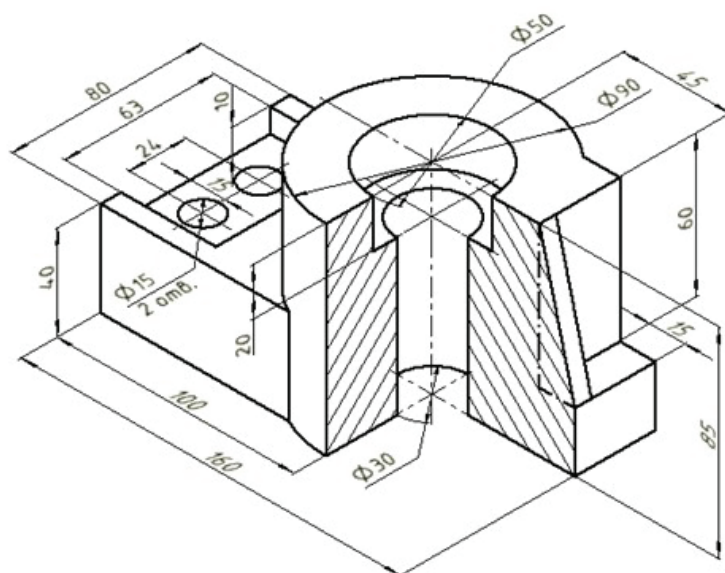


Рис. П1.27

Вариант 28

Корпус — рис. П1.28.

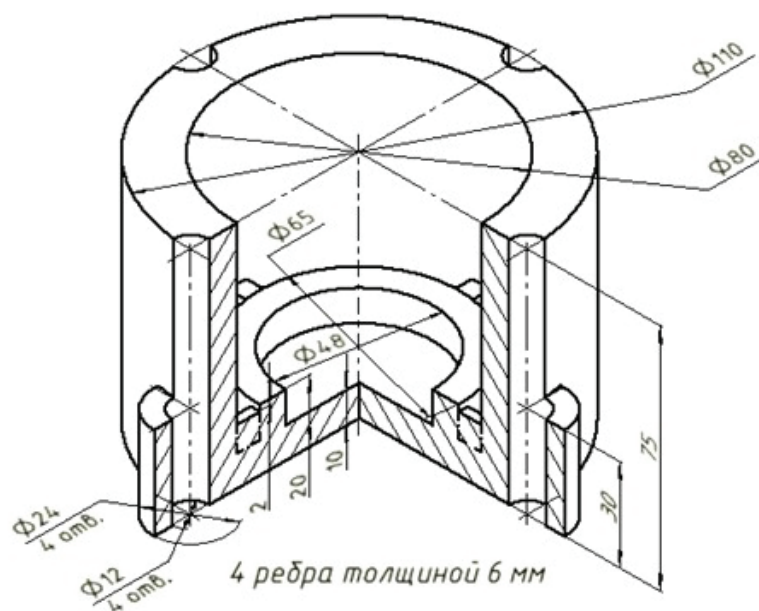


Отверстия $\varnothing 15$ сквозные
Толщина ребра 14 мм

Рис. П1.28

Вариант 29

Крышка — рис. П1.29.



4 ребра толщиной 6 мм

Рис. П1.29

Вариант 30

Кожух — рис. П1.30.

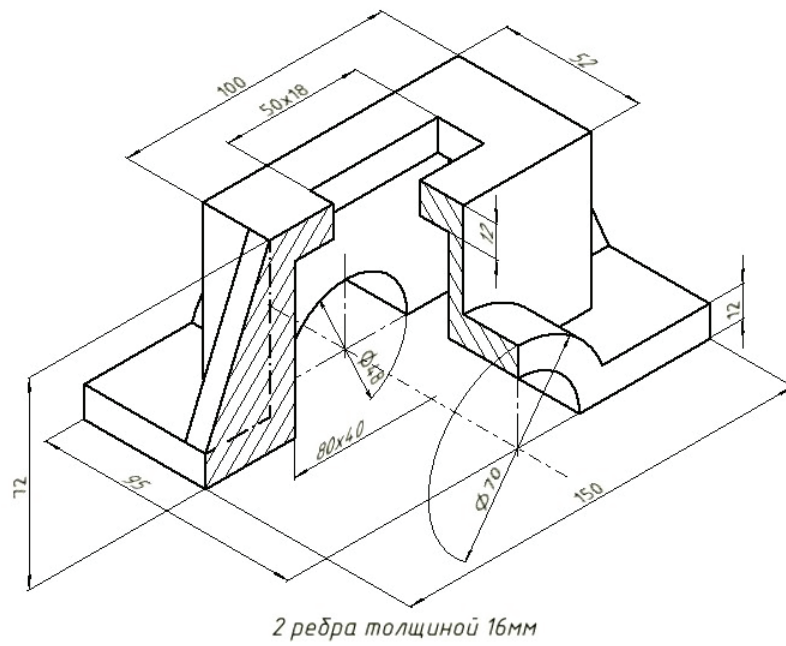


Рис. П1.30

Приложение 2. Проектирование шпилечного соединения: индивидуальные задания

Задание

Выполнить комплект конструкторских документов для шпилечного соединения фланца с корпусом. Соединение состоит из корпуса, фланца, стандартных изделий шпильки, шайбы и гайки. Данные для проектирования шпилечного соединения приведены в таблице.

Таблица

Характеристики элементов шпилечного соединения

№ варианта	Номинальный диаметр резьбы (d), мм	Шаг резьбы	Толщина присоединяемой детали, мм	Материал соединяемых деталей
1	30	Мелкий	40	Сталь
2	27		40	
3	24		40	
4	22	Крупный	35	Чугун ковкий
5	20		35	
6	18		35	
7	16	Мелкий	30	Чугун серый
8	14		30	
9	12		30	
10	10	Крупный	20	Алюминий
11	8		15	
12	6		15	
13	30	Мелкий	45	Сталь
14	27		45	
15	24		45	
16	22	Крупный	30	Чугун ковкий
17	20		30	
18	18		25	
19	16	Мелкий	25	Чугун серый
20	14		25	
21	12		20	

Окончание табл.

№ варианта	Номинальный диаметр резьбы (d), мм	Шаг резьбы	Толщина присоединяемой детали, мм	Материал соединяемых деталей
22	10	Крупный	20	Алюминий
23	8		15	
24	6		10	
25	8	Мелкий	10	Сталь
26	10		15	
27	12		15	
28	14	Крупный	20	Чугун ковкий
29	16		20	
30	18		20	

Приложение 3. Проектирование шпилечного соединения: справочные материалы

Данные для проектирования шпилечного соединения

В ходе проектирования шпилечного соединения необходимо создать модели корпуса с резьбовым отверстием под шпильку, фланца, а также самой сборочной конструкции. Для этого нужно знать длину ввинчивания шпильки (табл. ПЗ.1) и класс прочности гайки (табл. ПЗ.2).

Таблица ПЗ.1

Длины ввинчивания шпильки

ГОСТ	Класс точности	Материал деталей, в резьбовые отверстия которых ввинчивается шпилька	Длина ввинчиваемого конца
ГОСТ 22032–76	В	Сталь, бронза, латунь	$b_1 = d$
ГОСТ 22034–76	В	Ковкий и серый чугун	$b_1 = 1,25d$
ГОСТ 22036–76	В		$b_1 = 1,6d$
ГОСТ 22038–76	В	Легкие сплавы	$b_1 = 2d$
ГОСТ 22040–76	В		$b_1 = 2,5d$

Таблица ПЗ.2

Классы прочности гаек

Класс прочности гайки	Сопрягаемые болты	
	Класс прочности	Диаметр резьбы, мм
4	3,6; 4,6; 4,8	> M16
5	3,6; 4,6; 4,8	≤ M16
	5,6; 5,8	≤ M48
6	6,8	≤ M48
8	8,8	≤ M48
9	8,8	> M16 ≤ M48
	9,8	≤ M16

Условное обозначение стандартных крепежных изделий

На рис. ПЗ.1 представлена схема условного обозначения болтов, винтов, шпилек и гаек:

- 1 — наименование изделия;
- 2 — класс точности;
- 3 — исполнение;
- 4 — номинальный диаметр резьбы;
- 5 — мелкий шаг;
- 6 — направление резьбы;
- 7 — поле допуска резьбы;
- 8 — длина изделия (кроме гаек);
- 9 — класс прочности;
- 10 — марка применяемой стали;
- 11 — марка материала для изделий класса прочности 05, 8, 8,8 и выше;
- 12 — вид и суммарная толщина покрытия;
- 13 — номер стандарта на продукцию.

1 2 3 4 5 6 7 × 8 9 10 11 12 ГОСТ 13

Рис. ПЗ.1

На рис. ПЗ.2 представлена схема условного обозначения шайбы:

- 1 — исполнение;
- 2 — класс точности;
- 3 — диаметр резьбы крепежной детали;
- 4 — толщина (указывается для шайб с толщиной, не предусмотренной в стандарте);
- 5 — условное обозначение марки (группы) материала;
- 6 — марка материала (указывается для групп 01, 02, 11, 32 и для материала, не предусмотренного в стандарте);
- 7 — условное обозначение вида покрытия (отсутствие покрытия не указывается);
- 8 — толщина покрытия;
- 9 — обозначение стандарта на конкретный вид шайбы.

Шайба 1 2 3 4 5 6 7 8 ГОСТ 9

Рис. ПЗ.2

Приложение 4. Проектирование сварной конструкции: индивидуальные задания

Задание

Выполнить комплект конструкторских документов для изготовления сварной конструкции, состоящий из модели изделия и его сборочного чертежа, спецификации, рабочих чертежей деталей, входящих в сварную конструкцию. Данные для проектирования сварной конструкции представлены ниже (рис. П4.1–П4.30).

Вариант 1

Катушка (рис. П4.1). Детали: 1 — втулка; 2 — фланец. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый односторонний, без скоса кромок, по замкнутому контуру. Отверстия диаметром 20 мм механически обработаны.

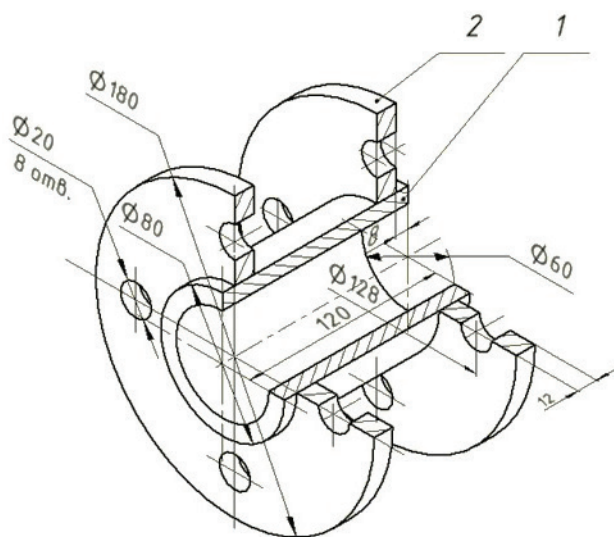


Рис. П4.1

Вариант 2

Катушка (рис. П4.2). Детали: 1 — фланец; 2 — втулка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки, по замкнутому контуру. Отверстия диаметром 12 мм механически обработаны.

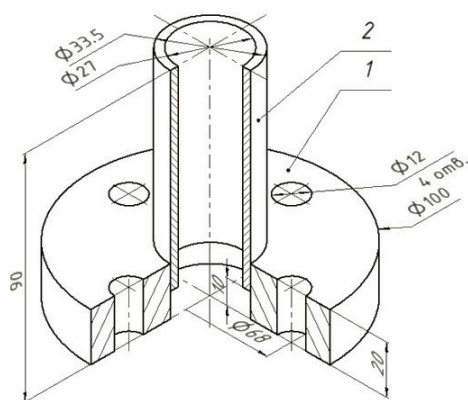


Рис. П4.2

Вариант 3

Подшипник (рис. П4.3). Детали: 1 — плита; 2 — втулка; 3 — ребро; 4 — косынка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 4, 1 и 3 — шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки; детали 2 и 3, 2 и 4 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 3 мм по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 8 мм и 20 мм механически обработаны.

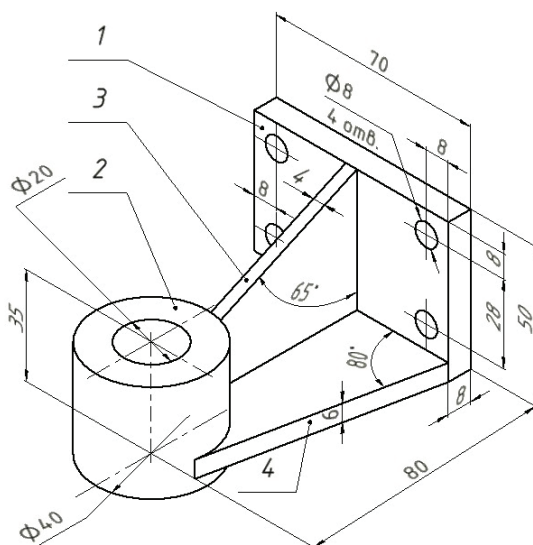


Рис. П4.3

Вариант 4

Опора (рис. П4.4). Детали: 1 — плита; 2 — скоба. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки. Отверстия диаметром 20 мм, 28 мм и 56 мм механически обработаны.

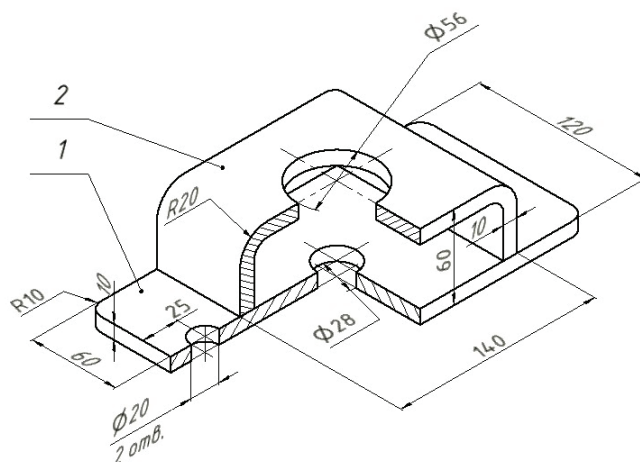


Рис. П4.4

Вариант 5

Опора тавровая (рис. П4.5). Детали: 1 — стойка; 2 — лист. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки. Отверстия диаметром 10 мм, 24 мм и 12 мм механически обработаны.

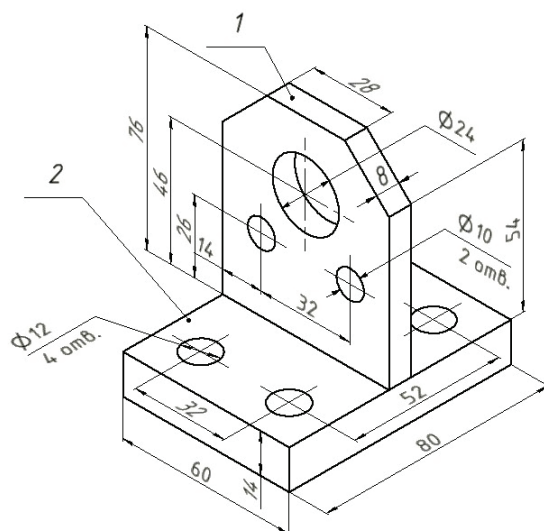


Рис. П4.5

Вариант 6

Кронштейн (рис. П4.6). Детали: 1 — скоба; 2 — косынка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый двусторонний, без скоса кромок. Отверстия диаметром 7 мм механически обработаны.

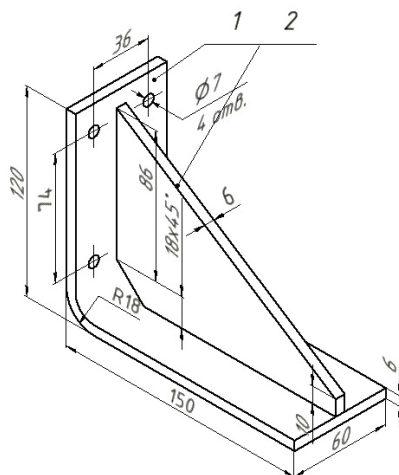


Рис. П4.6

Вариант 7

Шкив (рис. П4.7). Детали: 1 — барабан; 2 — диск; 3 — втулка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2, 2 и 3 — шов тавровый односторонний, без скоса кромок по замкнутому контуру; детали 2 и 3 (фланец втулки) — шов нахлесточный, односторонний, без скоса кромок, по замкнутому контуру. Отверстия диаметром 60 мм и шпоночный паз механически обработаны.

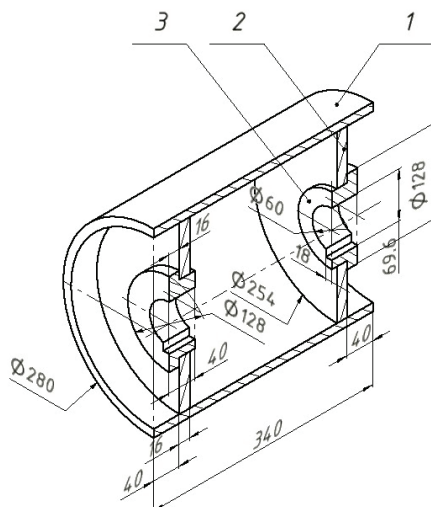


Рис. П4.7

Вариант 8

Кронштейн (рис. П4.8). Детали: 1 — стойка; 2 — лист; 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: в среде углекислого газа. Сварные швы: швы угловые односторонние, без скоса кромок, по незамкнутому контуру, непрерывные. Отверстие диаметром 34 мм механически обработано.

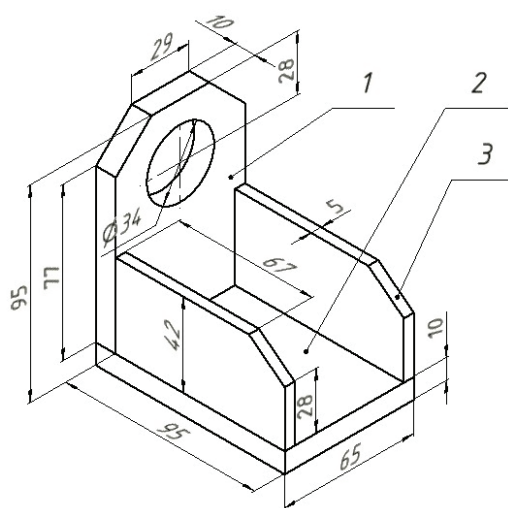


Рис. П4.8

Вариант 9

Цапфа (рис. П4.9). Детали: 1 — лист; 2 — втулка; 3 — стойка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов угловой односторонний, без скоса кромок, катет шва 4 мм, по замкнутому контуру; детали 1 и 3 — шов угловой односторонний, со скосом одной кромки. Отверстия диаметром 10 мм и 15 мм механически обработаны.

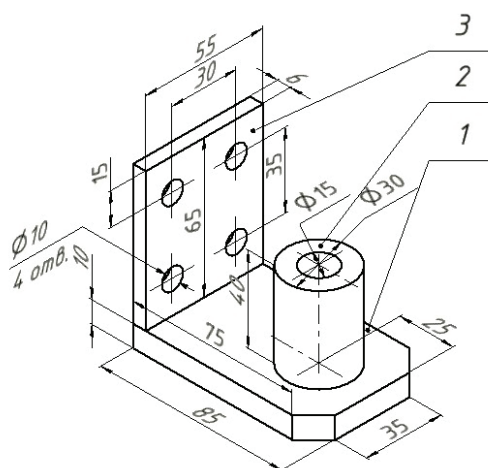


Рис. П4.9

Вариант 10

Стойка (рис. П4.10). Детали: 1 — плита; 2 — втулка; 3 — ребро (толщина 8 мм). Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: в среде углекислого газа. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов угловой односторонний, без скоса кромок, катет 4 мм по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 17 мм механически обработаны.

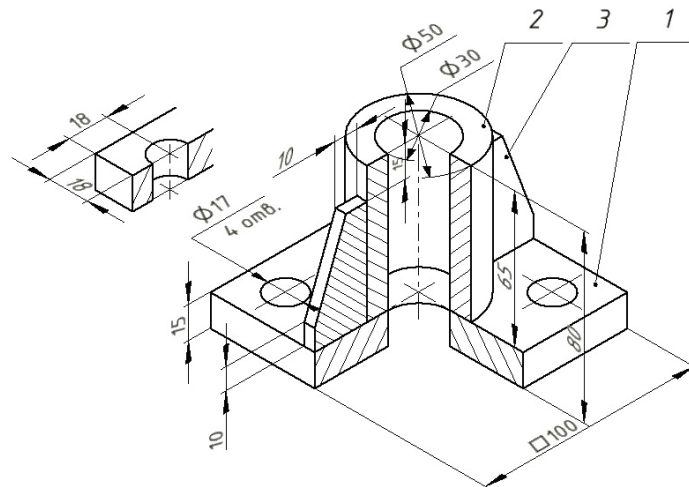


Рис. П4.10

Вариант 11

Кронштейн (рис. П4.11). Детали: 1 — скоба; 2 — ребро (2 шт.). Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый двусторонний, без скоса кромок. Отверстия диаметром 6 мм и 8 мм механически обработаны.

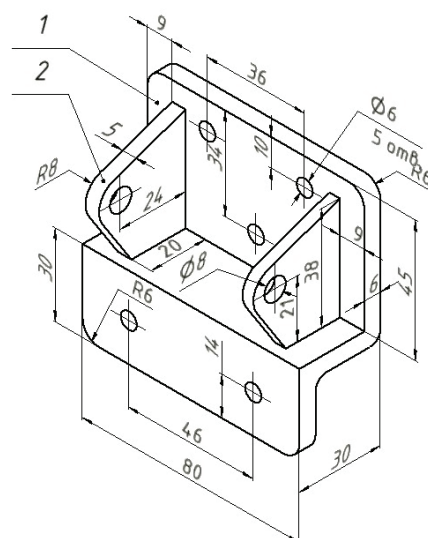


Рис. П4.11

Вариант 12

Опора (рис. П4.12). Детали: 1 — ухо; 2 — втулка; 3 — лист; 4 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 3, 3 и 4 — шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки; детали 1 и 2, 1 и 4, 2 и 4 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 4 мм. Отверстия диаметром 13 мм механически обработаны.

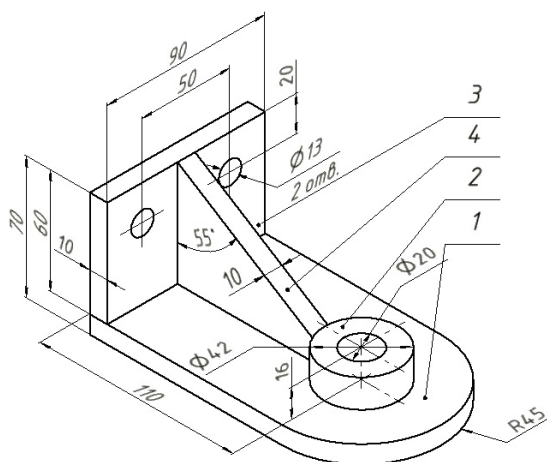


Рис. П4.12

Вариант 13

Стойка (рис. П4.13). Детали: 1 — плита; 2 — стойка; 3 — ухо; 4 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2, 1 и 3 — шов угловой односторонний, без скоса кромок, по незамкнутому контуру; детали 1 и 4, 2 и 4 — шов тавровый, двусторонний, с двумя симметричными скосами одной кромки. Отверстие диаметром 36 мм механически обработано.

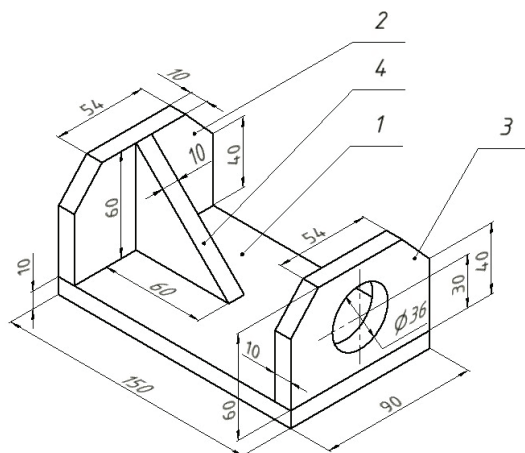


Рис. П4.13

Вариант 14

Угольник (рис. П4.14). Детали: 1 — лист; 2 — стойка; 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: в среде углекислого газа. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов угловой односторонний, со скосом одной кромки; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов угловой односторонний, без скоса кромок, по незамкнутому контуру. Отверстие диаметром 24 мм механически обработано.

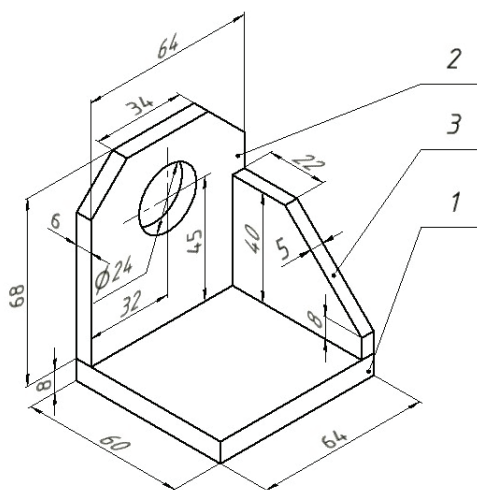


Рис. П4.14

Вариант 15

Вилка (рис. П4.15). Детали: 1 — наконечник; 2 — ухо (2 шт.). Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: в среде углекислого газа. Сварные швы: шов угловой односторонний, со скосом одной кромки. Отверстия диаметром 12 мм механически обработаны.

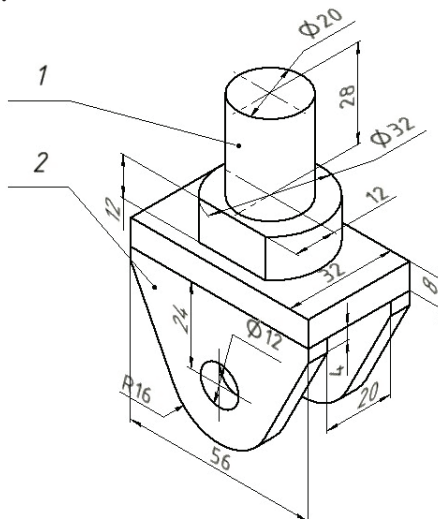


Рис. П4.15

Вариант 16

Стойка (рис. П4.16). Детали: 1 — лист; 2 — стойка (2 шт.); 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов угловой односторонний, без скоса кромок; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 6 мм, шахматное расположение $l = 20$ мм, $t = 40$ мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 11 мм и 15 мм механически обработаны.

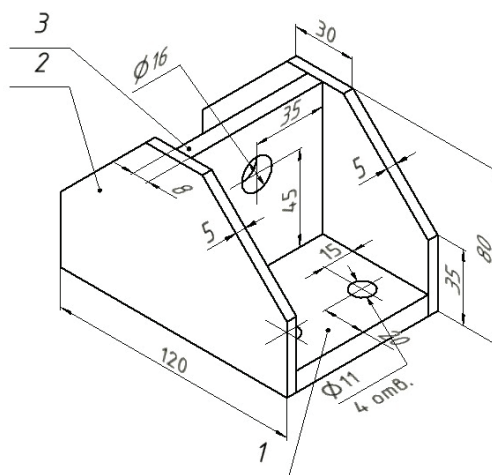


Рис. П4.16

Вариант 17

Опора скользящая (рис. П4.17). Детали: 1 — лист; 2 — стойка; 3 — опора. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: тавровые односторонние, без скоса кромок, катет шва 4 мм, цепное расположение $l = 20$ мм, $t = 40$ мм. Отверстия диаметром 9 мм и подошва механически обработаны.

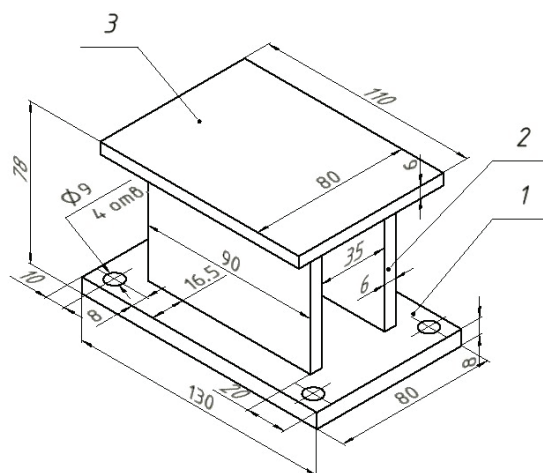


Рис. П4.17

Вариант 18

Корпус (рис. П4.18). Детали: 1 — основание; 2 — стенка; 3 — стойка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов угловой односторонний, без скоса кромок, катет шва 4 мм. Подошва механически обработана.

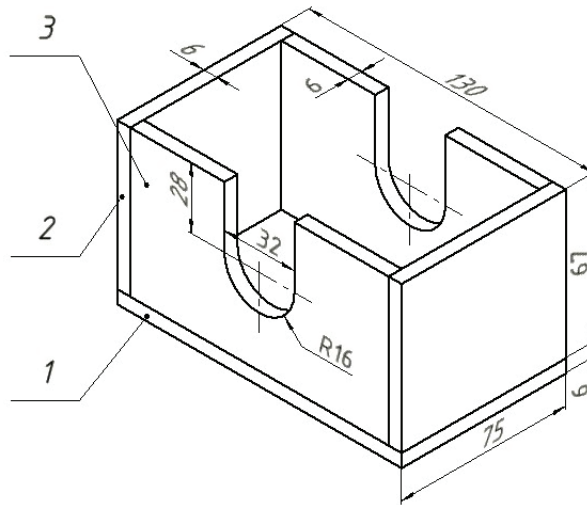


Рис. П4.18

Вариант 19

Проушина (рис. П4.19). Детали: 1 — лист; 2 — ухо. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов тавровый двусторонний, с двумя симметричными скосами одной кромки, катет шва 4 мм. Отверстия диаметрами 13 мм и 25 мм механически обработаны.

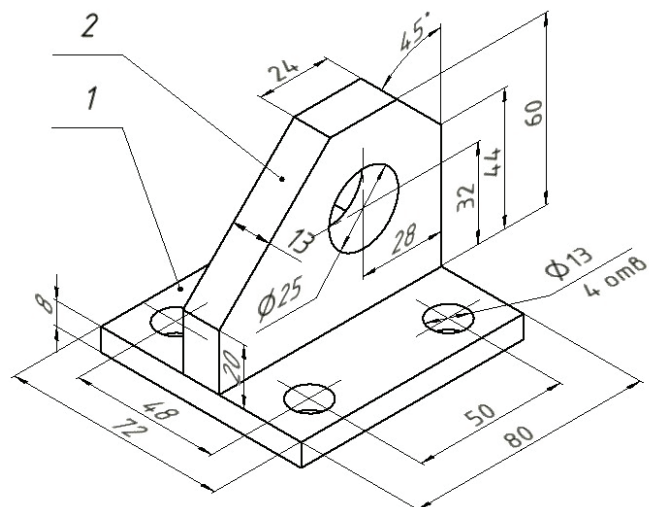


Рис. П3.19

Вариант 20

Опора (рис. П4.20). Детали: 1 — лист; 2 — стойка; 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов угловой односторонний, со скосом одной кромки; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 8 мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 16 мм механически обработаны.

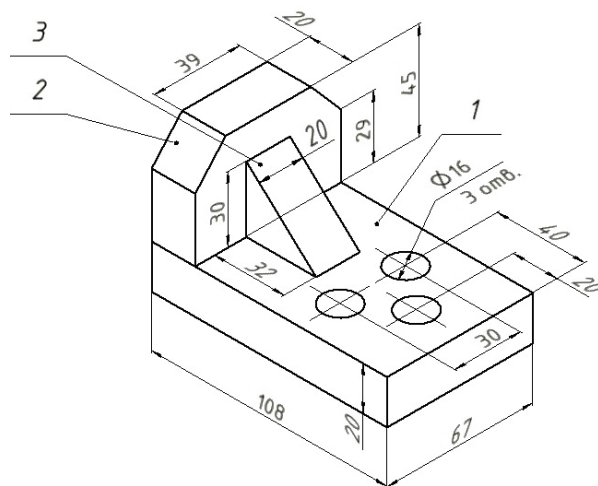


Рис. П4.20

Вариант 21

Петля (рис. П4.21). Детали: 1 — ухо; 2 — лист. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: в среде углекислого газа. Сварные швы: шов угловой односторонний, со скосом одной кромки. Отверстия диаметрами 13 мм и 32 мм механически обработаны.

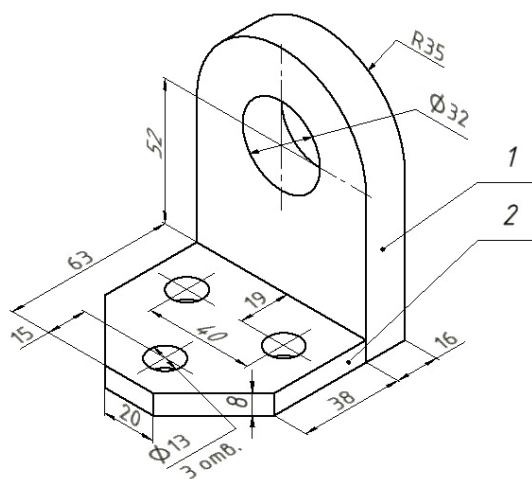


Рис. ПЗ.21

Вариант 22

Стойка (рис. П4.22). Детали: 1 — лист; 2 — втулка (2 шт.); 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка: в среде углекислого газа. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 4 мм, цепное расположение $l = 10$ мм, $t = 20$ мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 20 мм механически обработаны.

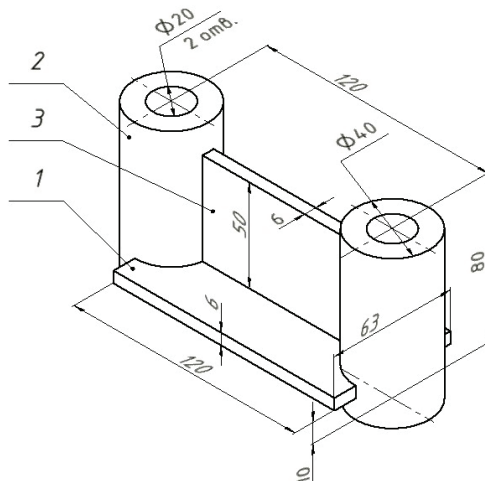


Рис. П4.22

Вариант 23

Кронштейн (рис. П4.23). Детали: 1 — лист; 2 — полоса; 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050—2013. Сварка ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов угловой односторонний, без скоса кромок; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 6 мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 25 мм механически обработаны.

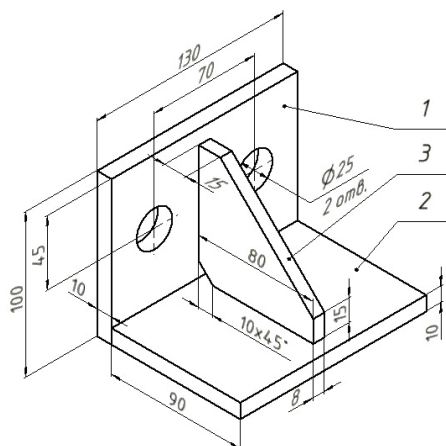


Рис. ПЗ.23

Вариант 24

Цапфа (рис. П4.24). Детали: 1 — лист; 2 — стойка; 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2, 1 и 3 — шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки; детали 2 и 4, 3 и 4 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 4 мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 25 мм механически обработаны.

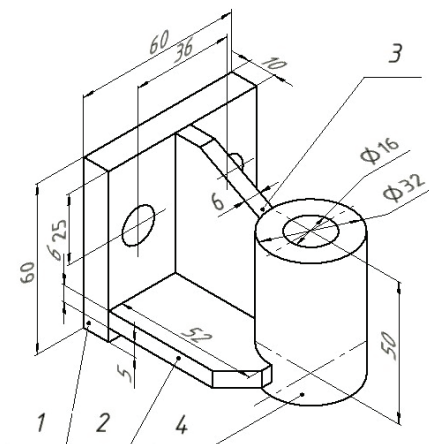


Рис. П4.24

Вариант 25

Скоба (рис. П4.25). Детали: 1 — уголок; 2 — накладка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: шов нахлесточный двусторонний, без скоса кромок. Отверстия диаметрами 16 мм и 20 мм механически обработаны.

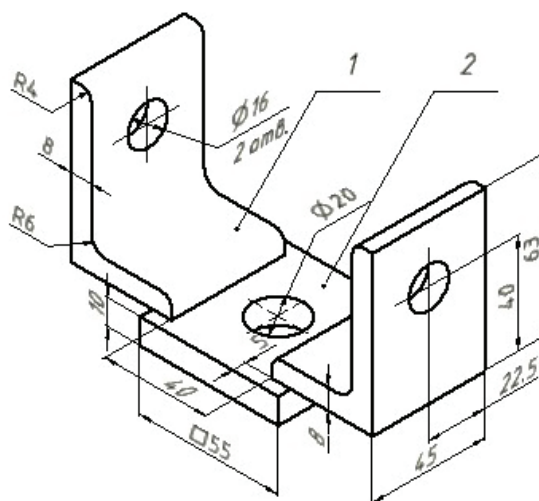


Рис. П4.25

Вариант 26

Стойка (рис. П4.26). Детали: 1 — лист; 2 — втулка (2 шт.); 3 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов тавровый двусторонний, со скосом одной кромки; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 4 мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 13 мм и 20 мм механически обработаны.

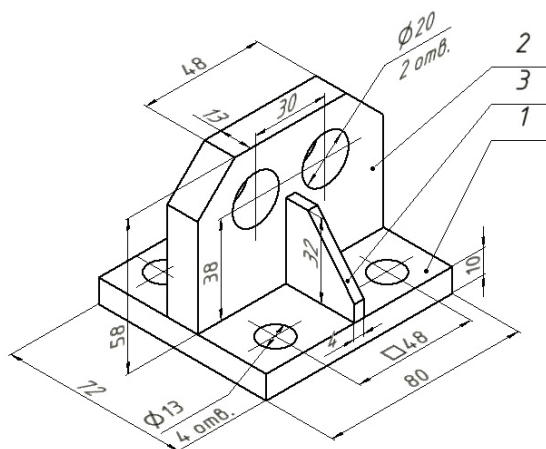


Рис. П4.26

Вариант 27

Опора (рис. П4.27). Детали: 1 — лист; 2 — стойка; 3 — втулка; 4 — ребро. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2, 1 и 4 — шов тавровый односторонний, со скосом одной кромки; детали 2 и 3, 3 и 4 — шов тавровый двусторонний, без скоса кромок, катет 4 мм, по незамкнутому контуру. Отверстия диаметром 13 мм и 32 мм механически обработаны.

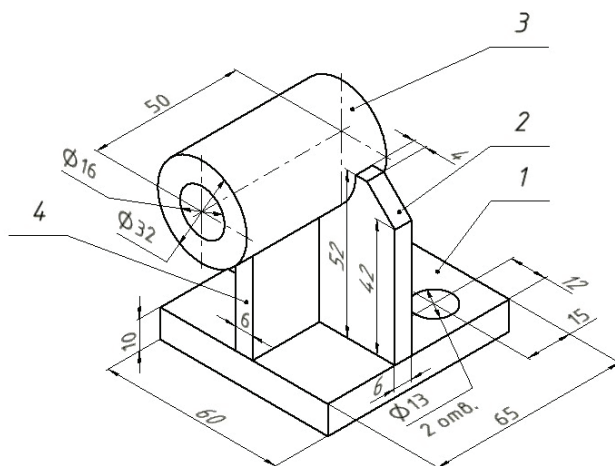


Рис. П4.27

Вариант 28

Корпус (рис. П4.28). Детали: 1 — основание; 2 — стойка; 3 — ребро (2 шт.). Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: швы угловые, непрерывные, без скоса кромок, по незамкнутому контуру.

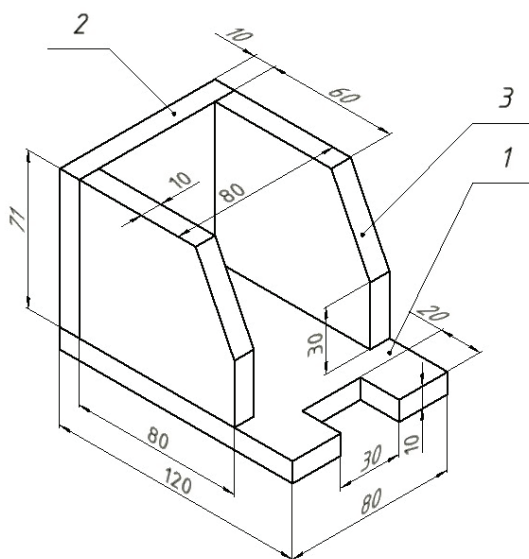


Рис. П4.28

Вариант 29

Стойка (рис. П4.29). Детали: 1 — лист; 2 — ребро; 3 — стойка. Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов тавровый, без скоса кромок; детали 1 и 3 — шов угловой односторонний, со скосом одной кромки. Отверстие диаметром 28 мм механически обработано.

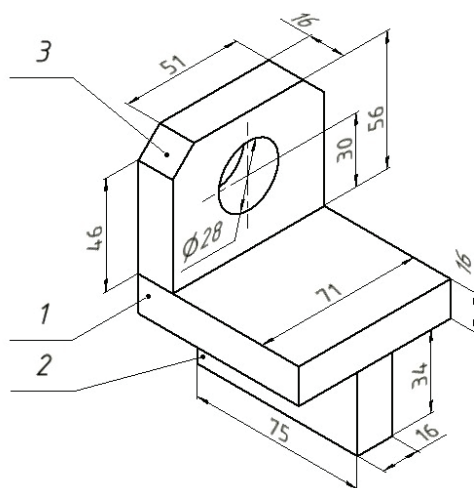


Рис. П4.29

Вариант 30

Подвеска (рис. П4.30). Детали: 1 — стойка; 2 — лист; 3 — ребро (4 шт.). Материал деталей: сталь 45 ГОСТ 1050–2013. Сварка: ручная дуговая. Сварные швы: детали 1 и 2 — шов тавровый, без скоса кромок; детали 1 и 3, 2 и 3 — шов угловой односторонний, со скосом одной кромки. Отверстия диаметром 20 мм и 32 мм механически обработаны.

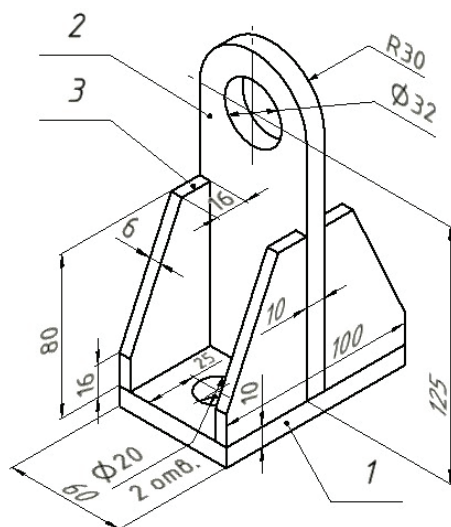


Рис. П4.30

Приложение 5. Проектирование сварной конструкции: справочные материалы

Данные для проектирования сварной конструкции

Обозначение стандартных способов сварки по ГОСТ 5264–80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры» приведены в табл. П5.1.

В табл. П5.2 представлен справочный материал из ГОСТ 14771–76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

Таблица П5.1

Основные данные из ГОСТ 5264–80

Тип соединения	Форма подготовки кромок	Характер сварного шва	Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение сварного соединения
Угловое	Без скоса кромок	Односторонний	1–12	У4
	Со скосом одной кромки	Односторонний	3–60	У6
	Со скосом одной кромки	Двусторонний	3–60	У7
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний	2–40	Т1
	Без скоса кромок	Двусторонний	2–40	Т3
	Со скосом одной кромки	Односторонний	3–60	Т6
	Со скосом одной кромки	Двусторонний	3–60	Т7
	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	8–100	Т8
Внахлестку	Без скоса кромок	Односторонний	2–60	Н1
	Без скоса кромок	Двусторонний	2–60	Н2

Таблица П5.2

Основные данные из ГОСТ 14771–76

Тип соединения	Форма подготовки кромок	Характер сварного шва	Толщина свариваемых деталей, мм				Условное обозначение сварного соединения
			ИН	ИНп	ИП	УП	
Угловое	Без скоса кромок	Односторонний	—	0,8–10	0,8–30	0,8–30	У4
	Без скоса кромок	Двусторонний	—	0,8–10	0,8–30	0,8–30	У5
	Со скосом одной кромки	Односторонний	—	3–10	3–10	3–60	У6
	Со скосом одной кромки	Односторонний	—	3–10	3–10	6–60	У7
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний	—	0,8–40	0,8–40	0,8–40	Т1
	Без скоса кромок	Двусторонний	—	0,8–40	0,8–40	0,8–40	Т3
	Со скосом одной кромки	Односторонний	—	3–60	3–60	3–60	Т6
Внахлестку	Без скоса кромок	Односторонний	0,8–40	0,8–10	0,8–10	0,8–60	Н1
	Без скоса кромок	Двусторонний					Н2

Примечание: ИН — в инертных газах наплавляющимся электродом без присадочного материала; ИНп — в инертных газах наплавляющимся электродом с присадочным материалом; ИП — в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом; УП — в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

Условное обозначение элементов сварной конструкции

В ходе проектирования сварной конструкции необходимо подготовить сборочный чертеж изделия и рабочие чертежи деталей, входящих в сварную конструкцию.

На рис. П5.1 представлена схема условного обозначения сварного шва:

1 — обозначение государственного стандарта на способ сварки (см. табл. П5.1 и П5.2);

2 — буквенно-цифровое условное обозначение сварного шва на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (см. табл. П5.1 и П5.2);

3 — условное обозначение способа сварки по стандарту (в обозначении допускается не указывать) (см. табл. П5.1 и П5.2);

4 — знак и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

5 — параметры прерывистого шва: размер длины провариваемого участка, знак/или Z и размер шага;

6 — дополнительные вспомогательные знаки (табл. П5.3).

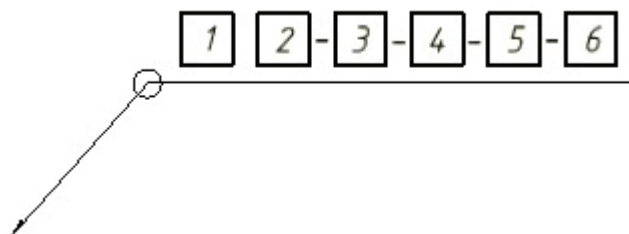


Рис. П5.1

Таблица П5.3

Вспомогательные знаки обозначения сварных швов

№ п/п	Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака
1		Усиление шва снять
2		Наплывы и неровности шва обрабатывать с плавным переходом к основному металлу
3		Катет шва
4		Шов выполнять при монтаже изделия
5		Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии — 60°
6		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением
7		Шов по замкнутой линии
8		Шов по не замкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа

